صـــدقة جارية على روح الدكتور الراحل أحمد أحمد الشيخ ، ابن جمهورية مصر العربية ومدرس الجغرافيا الطبيعية بكلية الآداب جامعة المنصورة فرع دمياط ، ومدرس الجغرافيا الطبيعية فى كلية التربية جامعة المنصورة سابقا ، وأستاذى ومعلمى فى مرحلة الدراسة ، فإلى روحه قمت بسحب هذا الكتـــاب ضوئيا لكي ينتشر علمه ولا ينقطع إن شاء الله عز وجل ، فدعواتكم للدكتور أحمد بالرحمة والمغفرة ، وتقبلوا خالص تحياتى أنا مختار الحسانين مؤسس منتدى الجغـــــــــــرافيون العرب

جامعة المنصورة
كلية التربية
قسم المواد الاجتماعية



الأرصاد الجوية



الدكتور
أحمد أحمد الشيخ

٢٠٠٤

جامعة المنصورة
كلية التربية
قسم المواد الإجتماعية

الأرصاد الجوية

دكتور
أحمد أحمد الشيخ

٢٠٠٤

بسم الله الرحمن الرحيم

وأنزل الله عليك الكتاب والحكمة وعلمك

ما لم تكن تعلم وكان فضل الله عليك عظيما

صدق الله العظيم

مقدمة:

يؤثـــر الغلاف الجوى المحيط بالأرض فى مجالات حياتنا اليومية بطرق مـــتعددة ، وقـــد يتجاوب معه الإنسان بشكل مباشر وسريع مثل اختيار نوع الملابـــس التى نرتديها فى كل يوم ، أو نتجاوب معه على المدى الطويل فى بـــناء منازلـــنا وما يلزمها من أجهزة تدفئة فى برد الشتاء وأجهزة تكييف فى فصـــل الصيف الحار ، كما وأننا عند زراعة حقل أو حديقة منزل فإننا نفكر بالضرورة فيما ستكون عليه الأحوال الجوية والمناخية مستقبلاً ، وكذلك الحال عند التفكير فى القيام بإجازة بعيداً عن أرض الوطن.

ولقد اتسع مدى علم المناخ بشكل عظيم فى السنوات الأخيرة ، وتوجد الآن منظومات من الأساليب التى يمارسها علماء المناخ والمهتمين بالأرصاد الجوية لإيجاد حلول لمواجهة المشكلات المرتبطة بالأحوال المناخية والجوية ، وقد توافرت معلومات هائلة عن عناصر الجو وظواهره من خلال القياسات والملاحظات السطحية ، ومازال عالم المناخ يستخدم هذه المعلومات والبيانات المتراكمة عبر السنين الطويلة ، ويوظفها فى ضوء فهمه للعمليات المناخية Climatic processes حتى يتمكن من تقديم حلول وإجابات للعديد من المشكلات العلمية لسنوات طويلة قادمة .

وفى السنوات الأخيرة ساعدت الأقمار الصناعية Satellites فـــى مـــتابعة الأحـــوال المناخـــية وفى رصد الظواهر الجوية على تطوير الرؤية المحدودة للمـــناخ وتوسيع آفاقها ، حيث مكنت هذه الأقمار الصناعية علماء المناخ من

رؤية المناخ كوحدة شاملة تغطى سطح كوكب الأرض بأكمله لأول مرة ، لأنه أتاح لنا رؤية ثلاثية الأبعاد للأرض ، ولقد ساعد ذلك على الفهم الجيد للنظام المـناخى بأكمله ، مما يساعد فى عمل تنبؤات طويلة المدى ومعرفة التغيرات التى يمكن أن تحدث ومسبباتها .

وفى الوقت الذى كانت هذه التطورات العلمية فى مجال الأرصاد الجوية والمناخ تتحقق يوماً بعد يوم ،كان الاهتمام والوعى بأهمية الظواهر المناخية والجوية يتزايدان لدى الناس بإضطرار ، ولقد أدت الكوارث المناخية إلى إزكاء هذا الاهتمام ؛ مثل حالات الجفاف الكثيرة التى اجتاحت مناطق عديدة من العالم فى أوائل السبعينات .

ومما زاد من اهتمام الناس فى العالم بأكمله فى السنوات الأخيرة بالمناخ وبمتابعة التغيرات الجوية على مستوى الكرة الأرضية، القلق المتزايد من الآثار الضارة لتزايد التغيرات المناخية من النشاط البشرى المكثف والمتصاعد ، مثل زيادة معدلات تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الهواء نتيجة تزايد استخدام الوقود الحفرى ، إلى جانب ارتفاع درجات الحرارة نتيجة تناقص سمك طبقة الأوزون وتآكلها. وقد وأدى هذا بدوره إلى مزيد من الاهتمام من قبل المهتمين بعلمى الأرصاد الجوية Meteorology والمناخ Climatology لتحسين الوعى المناخى من أجل مزيد من الفهم للعمليات والظواهر المناخية وتطوير القدرة على التنبؤ والرصد الجوى المستقبلى .

وقد تطور علم الأرصاد الجوية على النحو التالى : ففى الوقت الذى كانــت تــتم فيه القياسات الوصفية للمناخ ، كان هناك أسلوب آخر مختلف تمامــاً يتم اتباعه فى مجال علم الأرصاد الجوية ، ولقد كان ممكناً مع تقدم الاتصــالات التلغرافية Telegraphic Communications جمــــع الملاحظــات والقياســات والأرصاد من مجموعة متنوعة من الأماكن في أماكــن مــتعددة إلى مكان واحد وبسرعة ، وذلك من أجل تحليلها والتنبؤ المستقبلى بحالة الجو. وقد كان الدافع الأساسى لذلك فى البداية منصب على التنــبؤ قصــير المدى لمعرفة مسارات العواصف Storm tracks لتلافى تأثيراتها أو الإقلال من إضرارها على المناطق التى سوف تتجه إليها.

وبعــد تطور فهم هذه المعلومات القادمة من الملاحظات والقياسات والأرصاد إلى مكان واحد من أماكن متعددة زادت الحاجة إلى إجراء المزيد مــن القياســات والمشــاهدات ، فقــد كانــت هــناك حاجــة لقياســات الضــغط الجــوى Atmospheric Pressure وسرعة الرياح واتجــاهها Wind speed and direction ومــدى الــرؤية ونوع السحب وكمياتها Cloud types and amounts ، وكذلــك درجات الحرارة ساعة بساعة. وقــد زاد الاهــتمام بالأرصاد الجوية بعد استخدام الطائرات وقد سمى هذا بالأرصــاد الجويـــة الخاصة بالطيران Aviation meteorology ، ونتيجة لذلك زاد الاهتمام بالقياسات الجوية لطبقات الجو العليا ، وتم اختراع أجهزة الــراديو سوند Radiosonde . أما بعد الحرب العالمية الثانية فقد ابتكرت وســائل المراقــبة بالردار Radar observation للسحب والأمطار ، وقد

ســاعدت كل هذه القياسات وتقنيات الملاحظة على تحسين تطوير مفاهيمنا النظرية الخاصة بالعمليات المناخية ، ومقدرتنا على التنبؤ بحالة الجو .

وخــلال تلك الفترة من التقدم الكبير فى مجال الرصد الجوى كانت مفاهيمــنا عن المناخ والعلميات المناخية لا تزال تتقدم ببطء ، حيث استمر أسلوب الملاحظة التقليدى ، كما أنه جرت بعض المحاولات من أجل تفسير وشــرح مــناخ كوكب الأرض Global Climate ، وعن طريقه ثبت أن البـيانات والقياسات المناخية التى تم جمعها من خلال الرصد الجوى كانت فــى كثير من الأحيان بالغة الفائدة للإنسان فى حياته اليومية ، فعلى سبيل المــثال ، وأثناء الحرب العالمية الثانية ، حين كانت العمليات العسكرية تتم فــى مناطق غير مألوفة ، ومع استخدام الجنود لآلات ومعدات ربما كانت شديدة التأثر بالظروف الجوية ، فقد تطلب ذلك تنبؤا ممتداً للأحوال الجوية، وكذلك تقديرات طويله المدى لاحتمالات حدوث حالات جويه معينه .

أى أن الإنســان ومــنذ أقــدم العصور يحاول جاهداً أن يقوم بفهم وتفســير أسرار الظواهر الجوية التى شاهدها على سطح الأرض ولم يكن علــى قــدر مــن الفهم والإدراك والوعى الذى يمكنه من فهمها، خصوصاً الظواهــر الــتى ترتبط بالتساقط المطرى مثل الرعد والبرق والمطر نفسه والــبرد وخلافه من أشكال التكاثف والتى كانت وما تزال تلعب دوراً بارزاً في حياة الإنسان على سطح الأرض .

الفصل الأول

الطقس والمناخ والغلاف الجوى

الفصل الأول

الطقس والمناخ والغلاف الجوى

الغــلاف الغــازى هو أحد الأغلفة التى تحيط بالكرة الأرضية بما يحتويه من طبقات ، ولولا هذا الغلاف لما وجدت حياة على سطح الأرض ولما كان هناك مجال تمارس فيه ظواهر الطقس والمناخ عملها مثل السحب والأمطار والندى والضباب والتساقط الثلجى وغيرها من الظواهر الجوية ، ومن ثم لاما عرفنا ما نسميه بالطقس والمناخ ، وتتركز ظواهر الطقس في الجــزء الســفلى مــن الغــلاف الجــوى فــي طــبقة التروبوســفير Troposphereوالتى تضم بداخلها ٧٥ ٪ من كتلة الهواء الجوى .

١ - الطقس : Weather

يمــثل الطقس حالة الجو في مكان ما في فترة زمنية محددة قد تكون ساعة أو عدة ساعات أو يوم أو أيام أو أسبوع أو شهر من السنة ، ويدرس هــذا العلم مجموعة من العناصر، أهمها الإشعاع الشمسي ، ودرجة حرارة الهــواء ، وأنــواع التساقط (مطرى – ثلجى) ، والضغط الجوى، وما يســتتبعه مــن حــركة الهواء فيما يعرف باسم الرياح ، أى أن الطقس هو محصــلة العمليات الجوية التى تحدث في الجزء السفلى من الغلاف الجوى في فترة زمنية محددة .

٢- المناخ : Climate

هو متوسط الأحوال الجوية في منطقة ما لفترة طويلة من الزمن ، كمـا يمكـن اعتباره علاقة الظواهر الجوية بالبيئة سواء كانت طبيعية أو بشـرية ، ويـتكون المـناخ من عدة عناصر elements ، وقد قام علم المـناخ وارتكز لفترة زمنية طويلة على عنصرين من هذه العناصر وهما درجـة حـرارة الهـواء وكمية التساقط المطرى Percipitation ، وهما العنصـران اللذان لاحظهما الإنسان أكثر من غيرهما ، واللذان يؤثران في حـياته اليومـية أكثر من غيرهما ، وهما بالفعل عظيما الأهمية في دراسة ووصـف حالـة الجـو ، ولمـا لهما من دور هام ومؤثر وبعيد المدى في العملـيات المناخـية والجويـة ، ولكنهما ليسا عنصرى المناخ الوحيدين ، فسرعة واتجاه الرياح Wind Speed and Direction وكذلـك نـوع وكـثافة السـحب Cloud Tipes and Amounts ومدة سطوع الشمس Sunshine Duration والـرطوبة الجوية Atmospheric Humidity وضـغط الهواء الجوى Air Pressure وكذلك مدى الرؤية Visibility هى إضافة هامة لقائمة عناصر المناخ المختلفة التى نلاحظها كل يوم.

وبعض العناصر الأخرى قد تكون على نفس القدر من الأهمية بل أكـثر فـي أوقـات أو ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يعتبر محتوى الأرض الـرطوبى Soil Moisture ودرجـة حـرارة الـتربة Soil Temperature والـبخر Evaporation عناصـر حيوية من وجهة نظر الزراعة وهى عناصر مرتبطة بالمناخ ، وكذلك فإن تركيزات المواد الملوثة

٢- المناخ : Climate

هو متوسط الأحوال الجوية في منطقة ما لفترة طويلة من الزمن ، كمـا يمكـن اعتباره علاقة الظواهر الجوية بالبيئة سواء كانت طبيعية أو بشـرية ، ويـتكون المـناخ من عدة عناصر elements ، وقد قام علم المـناخ وارتكز لفترة زمنية طويلة على عنصرين من هذه العناصر وهما درجـة حـرارة الهـواء وكمية التساقط المطرى Percipitation ، وهما العنصـران اللذان لاحظهما الإنسان أكثر من غيرهما ، واللذان يؤثران في حـياته اليومـية أكثر من غيرهما ، وهما بالفعل عظيما الأهمية في دراسة ووصـف حالـة الجـو ، ولمـا لهما من دور هام ومؤثر وبعيد المدى في العملـيات المناخـية والجويـة ، ولكنهما ليسا عنصرى المناخ الوحيدين ، فسرعة واتجاه الرياح Wind Speed and Direction وكذلـك نـوع وكـثافة السـحب Cloud Tipes and Amounts ومدة سطوع الشمس Sunshine Duration والـرطوبة الجوية Atmospheric Humidity وضـغط الهواء الجوى Air Pressure وكذلك مدى الرؤية Visibility هى إضافة هامة لقائمة عناصر المناخ المختلفة التى نلاحظها كل يوم.

وبعض العناصر الأخرى قد تكون على نفس القدر من الأهمية بل أكـثر فـي أوقـات أو ظروف معينة ، وعلى سبيل المثال يعتبر محتوى الأرض الـرطوبى Soil Moisture ودرجـة حـرارة الـتربة Soil Temperature والـبخر Evaporation عناصـر حيوية من وجهة نظر الزراعة وهى عناصر مرتبطة بالمناخ ، وكذلك فإن تركيزات المواد الملوثة

وحموضـــة مـــياه الأمطـــار Acidity of Pollutant Concntration Precipitation هـــى عناصـــر عالية الأهمية فيما يتعلق بصحة الإنسان ، بيـــنما تدفقـــات الطاقـــة الإشعاعية Rediant Energy Fluxes تعد بالغة الأهمية للمشتغلين بعلم المناخ في نطاق محاولتهم فهم التفاعلات والعمليات الجوية Atmospheric Processes .

قياس العناصر :

تعـــد القياســـات السطحية قياسات موضعية أو موقعية أى خاصة بنقطة جغرافية معينة Point Specific ـــ وتعبر عن زمن القياس فحسب ـــ وعادة ما تكون هناك شبكة من المحطات المصممة بحيث يمكن بسهولة مقارنـــة قياســـات إحدى المحطات أو المواقع مع تلك المقاسة في موقع أو مواقـــع أخرى ، لهذا فإن القياسات تتم باستخدام أجهزة وأدوات قياســـية Stendardized Instruments ، ذات تعـــــرض قيـــاســـى Standardized Exposure ، حيـــث يتم استخدامها أيضاً بأساليب وطرق قياســـية مـــتفق عليها . ومن الأمثلة المألوفة في هذا المجال مقياس المطر المعتاد Rain Gauge ، حيث تم جمع مياه المطر في إناء ذو فتحه قياسية ثابـــتة وحجم ثابت ، وكذلك ارتفاع ثابت عن سطح الأرض وشكل ومسافة من العوائق ثابتين ومتفق عليهما .

وهذا المقياس يتم تفريغه عند نفس الوقت في كل يوم ، ويتم قياس المطـــر المتجمع بطريقة قياسية ثابتة ، وكثيراً من القياسات أو الثوابت يتم

الاتفـــاق عليها في اتفاقات دولية ، بين الجهات المتخصصة ، وتقوم هيئات ومحطـــات الأرصـــاد الجويـــة في كل دولة بتنفيذ وتطبيق تلك الاتفاقات ، وتعمل على التأكد من أن كل محطاتها تستخدم نفس القياسات ونفس الأجهزة والأسلوب أو الأساليب المتفق عليها ، ولكن هناك أيضاً العديد من محطات الأرصاد الجوية غير الرسمية التى تقوم بالرصد والقياسات وجمع البيانات ، وهـــذه قـــد تكـــون ملتزمة أو غير ملتزمة بالأساليب والأجهزة القياسية في جمعها للبيانات .

وبالنسـبة لقياسـات درجات الحرارة التى تصاحب قياسات المطر القياســية فهــى تلك التى يتم قياسها بواسطة ترمومتر على ارتفاع حوالى ٢متر فوق سطح الأرض ، والقياسات التي يتم الحصول عليها للحرارة بهذه الطــريقة يطلــق علـــيها إحـــدى التسميات المتعددة مثل الحرارة السطحية Surface Temperature أو حـــرارة الهـــواء Air Temperature أو حرارة الملجأShelter Temperature (كشك القياس)، ويتم اختيـــــار ارتفاع جهاز القيــــاس (الترمومتر) بحيث يكون القياس معبراً عن درجة الحـــرارة في الطبقة السفلى، من الجو والتى تجرى فيها الحياة ، حيث تمثل جزءاً من طبقة تمتد لارتفاعات أكبر .

ويـــرجع الســـبب في وضع الترمومتر على مسافة ما فوق سطح الأرض إلى الحرص على أحداث نوع من التكامل Integration بين تأثير ســـطح الأرض بأنواعـــه المختلفة وفى المواقع المختلفة ، حيث أن درجات الحـــرارة على سطح الأرض مباشرة يمكن أن تتفاوت وتتغير بشكل سريع

عــبر مسافة صغيرة ، ومن هنا فإن القياسات في هذه الحالة تتوقف بشكل مباشر على موقع وجود الجهاز بذاته .

وهذا من شأنه أن يجعل مقارنة القياسات بين المواقع المختلفة أمراً صــعباً ، ولهذا فإن وضع الترمومتر في ملجأ (كشك) يعمل من جهة على مــنع امتصــاص الترمومــتر للأشعة الشمسية المباشرة من الجو ، وكذلك حمايــته من جهة أخرى من تأثير الطاقة والأشعة المتدفقة لأعلى مع سطح الأرض، وتكــون النتــيجة بــناء على هذا أقرب لدرجة حرارة الهواء عند مستوى الملجأ ممثلة ولهذه الحالة في منطقة واسعة ، ومن الممكن استخدام مســتويات أخرى من التعرض ، وذلك بوضع الجهاز أعلى أو أسفل بداخل أو بدون مأوى .

وإلــى جانــب القياســات السطحية على اليابس توجد القياسات فوق المحــيطات، وهــى قياسات أقل فى حجمها من تلك التى تؤخذ على سطح الأرض . وتحــتفظ بعــض الــدول بســفن متخصصة في عمليات الرصد والقياســات الجوية في مواقع ثابتة، وهذه تعمل في رصدها على أن تكون قــراءاتها قياســية Standard Measurements كما سبق . ويتزايد دور عوامات الرصد بالمحيطات Ocean Buoys في تزويدنا بالمعلومات عن المــناخ بالمحــيطات . وتقــوم هذه العوامات أيضاً بأخذ قيساتها وقراءاتها بطرق قياسية بقدر الإمكان في مواجهة الأحوال الجوية المحيطية التى غالباً مــا تكون عنيفة ، وتقوم بنقل هذه المعلومات إلى مراكز أرضية غالباً عن طريق الاتصال عبر الأقمار الصناعية .

كمـــا اســـتخدمت أجهــزة الراديو سوند Radiosonde أكثر الطرق شيوعاً في أخذ القياسات في طبقات الجو العليا ، وهى مجموعة من أجهزة القياس تعلق أسفل أحد البالونات ، وتقوم بقياس درجات الحرارة والرطوبة والضــغط أثـناء ارتفاعها إلى أعلى ، وتستخدم قياسات الضغط في تحديد الارتفاع فوق سطح البحر ، وترسل البالونات إلى أعلى مرتين في اليوم عند الظهــر وعــند منتصــف الليل بتوقيت جرينتش من عدة مئات المحطات المنتشــرة فــي العالم. وتستخدم بعض المحطات نوعاً أكثر تطوراً من هذه الأجهزة يعرف باسم راونسون Rawinsondeوهى تقيس ـ إضافة إلى ما سبق ـــ سرعة الرياح واتجاهها .

وتستخدم بعض الطائرات المجهزة خصيصاً في بعض الأحيان للقيام بعملــيات الرصد في طبقات الهواء الجوى الأعلى، إلا أن هذا لا يتم بشكل روتيــنى منــتظم ، بل يقتصر استخدامها على الأبحاث التجريبية الخاصة بــأحوال جويــة معيــنة ، وتســتخدم أحياناً أنواع من الصواريخ المجهزة بتجهــيزات خاصة للقيام بدور مماثل في الطبقات الجوية الأكثر ارتفاعاً . ومعظم هذه القياسات هى قياسات اتصال مباشرة ، حين تكون أجهزة القياس علــى اتصــال بالعناصــر المقاسة ، وهى كذلك قياسات موضعية Point Measurements تــتحدد الدقة فيها بمدى دقة أجهزة القياس نفسها وبمدى العــناية المــبذولة فــي صيانتها ، وكذلك الدقة في تعرضها Exposure وقــراءاتها وكذلــك الدقة في تحويل هذه القراءات إلى شكل من المعلومات يمكن للمشتغلين بالمناخ استخدامه .

عمليات الرصد بواسطة الأقمار الصناعية :

-Satillite Observations

عندما نقوم بالتعامل مع البيانات والقياسات والملاحظات التى تم جمعها عن طريق الرصد بواسطة الأقمار الصناعية ، فإنه تظهر لنا عدة مشاكل ، فمثلاً نجد أن القمر الصناعى هو في الواقع محطة لأجهزة القياس تعمل بالاستشعار عن بعد Remote Sensing Measurements وجهاز القياس هذا والذى قد يستخدم في قياس درجات الحرارة السطحية أو الجوية أو كميات بخار الماء في طبقات الجو المتعاقبة ، فإنه يقوم في الواقع بعمل صورة رقمية للسحب ولسطح الأرض ، وذلك عن طريق استشعار الإشعاع المنبعث أو المنعكس Reflected من الجسم الذى يتم قياسه سواء كان السحب أو سطح الأرض ، وعليه تظهر هنا مشكلة وهى التأكد من أن جهاز القياس يقوم بالفعل بقياس الجسم المراد قياسه عن طريق التسجيل .

بالإضافة لذلك هناك مشكلات خاصة بانتقال الإشعاع عبر الغلاف الغازى ، مما قد ينعكس أثره على القياس نفسه ، وهى مشكلات ليست مستحيلة الحل ، ولكن بشيء من العناية الواجب اتباعها عند القياس تخرج القياسات عالية الدقة مما يساعد على الاستفادة العالية عند استخدامها ، وتعتبر النتائج المقاسة في هذه الحالة ـ بعد تصحيحها ـ عند القيمة التكاملية لمنطقة الرؤية التى يغطيها جهاز القياس Radiometer بأكملها، والتى قد تبلغ مساحتها عدة كيلو مترات مربعة ، وبالتالى فإنها تختلف تماماً عن القياسات السطحية.

ومع كل هذا فإن للقياسات التى تأتى من الأقمار الصناعية ميزة كبيرة على الـرغم ممـا يبذل من جهد في استخدام الأقمار الصناعية ، وهو أنها تمكن الباحثين من دراسة بعض المناطق النائية التى لا تتوفر بها محطات أرضية تسـتقى منها معلومات مناخية ، هذا إلى جانب أن الأقمار الصناعية تغطى سطح الأرض بشكل مستمر .

- نظام المناخ :The climate system

يتمـثل الفهم الحالى لأحوال المناخ وكذلك لعلم المناخ ذاته في طريقة النظر إليه ، ولفهم نظام المناخ فإنه من الواجب الربط بين أجزاء الجو المختلفة بما يكتـنفها من ظواهر مناخية مع الأوساط المتعددة والموجودة تحته للوصول إلـى صـورة المـناخ المتكاملة . وهذا ما يتضح من الشكل رقم(١). وفهم المـناخ كـنظام لـيس جديداً تماماً إلا أن التركيز على تأثير سطح الأرض يضـيف بعـداً جديـداً ذو أهمية خاصة ، فلقد اتضح أنه من المستحيل فهم تدفقات ودورات الطاقة والمادة في الغلاف الجوى دون اعتبار الأرض التى تقع تحته .

وإذا أخذنـا في الاعتبار تبادلات الطاقة كأساس أو نقطة بداية للإطار العام لدراسـة عـلم المناخ ، فإنه من الواجب الوضـع في الاعتبـار تأثيـرات سطح الأرض على هذه التبادلات فمثلاً يستمد الجو حرارته من أسفل أى من سـطح الأرض بعد أن يمتص سطح الأرض الطاقة الشمسية من الموجات القصـيرة ويحولهـا إلى موجات طويلة حرارية ، ونتيجة اختلاف الأسطح على اليابس والماء في طريقه استقبال الطاقة الشمسية ، فالجليد والثلوج مثلاً

تغير فى الإشعاع الشمسي

الفضاء

الإشعاع الأرضي

الغلاف الجوى

H_2, N_2, O_2, CO_2, O_3 etc.

ضباب

سحب

اقتران الجليد بالغلاف الجوى

اقتران الغلاف الجوى باليابس

فرشات جليد وثلج

جليد البحر

الأحياء

التغير الحراري

تبخر

اتجاه الريح

اليابس

المحيط

اقتران الجليد بالمحيط

الكرة الأرضية

التغيرات فى تركيب الغلاف الجوى

التغيرات فى ملامح اليابس والجبال والغطاء النباتي و الألبيدو ... إلخ

التغيرات فى شكل المحيط وملوحته ...... إلخ

شكل (١) رسم تخطيطي يبن مكونات نظام المناخ.

أ-أسهم متصلة تمثل العمليات الخارجية external processes

ب-أسهم مقطعة تمثل العمليات الداخلية internal processes

أســطح تعكس معظم هذه الطاقة ، بينما ترتفع درجة سطح الأرض العارى بدرجــة كبيرة إلى حد ما ، أما المحيطات فإنها تقوم بامتصاص هذه الطاقة وتخــتزنها دون ارتفاع ملحوظ في درجة حرارتها ، وقد تتحرك هذه الطاقة المخــتزنة فــي المحيطات من مكان إلى آخر بحيث يعاد توزيعها بواسطة تــيارات المحــيطات Ocean Currents أو قد تهبط إلى أعماق كبيرة ثم تعود إلى السطح وتنطلق منه بعد عدة سنوات .

٣- الغلاف الجوى : The atmosphere

نطلق اسم الغلاف الجوى على الغلاف الغازى الذى يحيط إحاطة تامة بالكــرة الأرضية ، والذى يمتد فوق سطحها من يابس وماء بسمك لم يتم تحديده بدقة حتى الوقت الراهن ،على الرغم من الأجهزة الحديثة المتطورة الــتى يســتخدمها الباحثيــن في دراسة هذا الغلاف ، وذلك لكشف أسراره ومكوناتــه ســواء في الجزء السفلى منه القريب من سطح الأرض ، أو في أجــزائه العليا البعيدة جداً عن سطح الأرض، والتى توجد بها ظواهر جوية تحــدث في طبقات الجو العليا ، مما يدل على وجود الهواء على ارتفاعات بعــيدة من سطح الأرض ، ومن بين هذه الظواهر الشفق والنيازك والشهب وكذلك الظاهرة المعروفة بالفجر القطبى أو (أورورا Aurora)، وقد تسمى بــالوهج القطبى أو أنوار الشمال . وتتمثل هذه الظاهرة في تلك الخيوط أو الســتائر المضيئة التى تتدلى نحو سطح الأرض من ارتفاعات تتراوح بين مائة وألف كيلو متر .

كما أن طبقة الأيدروجين الذرى التى تتكون من ذرات الأيدروجين، والتى يمكن اعتبارها أعلى طبقة في الغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية قد تصل حدودها الخارجية (العليا) إلى حوالى عشرة آلاف كيلو متر. هذا إلى جانب أن ذرات الأيدروجين التى تدور حول الكرة الأرضية والتى يمكن اعتبارها تابعة للغلاف الغازى للأرض ، أحياناً يصل ارتفاعها إلى حوالى ٣٥ ألف كم .

أ- تركيب الغلاف الجوى :

يتركب الغلاف الجوى في جزئه السفلى من سطح الأرض من الهواء الحقيقى ، والذى يتركب عندما يكون جاف ونقى من عدة عناصر غازية متحدة مع بعضها بنسب معينة ، وأهمها النيتروجين (الأزوت) والأوكسجين اللذان يمثلان معا حوالى ٩٩ ٪ من حجم الهواء(٧٨ ٪ نيتروجين و ٢١ ٪ أوكسجين)، أما ما تبقى ولا يمثل إلا حوالى١ ٪ فيضم باقى العناصر الغازية الأخرى التى أهمها الأرجون Argon(٠,٨٪) وثانى أوكسيد الكربون (٠,٠٣ ٪) والأيدروجين Hydrogen (٠,٠١ ٪)، وعدد آخر من الغازات التى تمثل تقريباً نسبة ضئيلة جداً مثل النيون والأزون.

والنسب السابقة التى يتركب منها الهواء ثابتة في كل مكان عند سطح الأرض ، وذلك باستثناء ثانى أوكسيد الكربون الذى يتغير تغيراً طفيفاً على حسب توفر مصادره وأهمها عمليات الاحتراق والتلوث في المناطق الصناعية والمدن المزدحمة ، أو طبقاً لزيادة استخلاصه من الجو أو عدم

استخلاصه حسب الفترات الزمنية على مدار السنة حيث تزيد نسبته في الجو في فصلى الخريف والشتاء مع توقف نمو النباتات ، وتقل نسبته في الجو في فصلى الربيع والصيف مع ازدهار عملية النمو .

وينطــبق هــذا أيضاً على عنصر الأوزون ، وهو شكل من الأشكال التى يتحول إليها الأوكسجين ، إذ تتغير نسبته تغيراً طفيفاً مع تغير الأحوال الجوية ، حيث ترتفع نوعاً ما في الجو المضطرب عنها في الجو الساكن ، كما تقل نسبته مع تزايد الملوثات الهوائية كما هو واقع الآن .

وعلى وجه العموم ، يتغير تركيب الهواء تدريجياً ــ كلما زاد الارتفاع ــ حيث تتناقص نسب العناصر الغازية الثقيلة وهى النيتروجين والأوكسجين وثـانى أوكسـيد الكريون أثقل الغازات وزناً ، بينما تتزايد نسب عناصره الخفيفه مثل الأيدروجين والهيليوم والنيون ، وإن كانت لا تلبث هى الأخرى أن تتـناقص في القطاعات العليا حتى تختفى تقريباً على ارتفاع يتراوح بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ كم ، وهو أعلى ارتفاع للغلاف الغازى .

كمـا يقـدر أن حوالـى ٥٠ ٪ من الوزن الكلى للغازات التى يتألف منها الغلاف الغازى تتجمع في الجزء الأسفل حتى ارتفاع ستة كيلو مترات، وأن حوالى ٢٥ ٪ من هذا الوزن يوجد في الستة كيلو مترات والنصف التى تعلو ذلك مباشرة.

وإن كــان الغلاف الجوى يتركب أساساً من العناصر الغازية السابقة، فإنــه يحتوى في مكوناته نسب متباينة من الغبار وبخار الماء ، وهى مواد عالــية تتفاوت كمياتها ومعدلاتها من مكان إلى آخر ، ومن وقت لآخر على

حســب توافــر مصــادرها ، ومع تزايد الارتفاع تتناقص نسب هذه المواد خصوصاً الغبار . ويمتلك كل من بخار الماء والغبار أهمية مناخية خاصة، فبخار الماء هو مصدر كل مظاهر التكاثف ، من سحب وبرد وضباب وندى وصــقيع وثلج وأمطار ، وتختلف نسب هذه المظاهر حسب توافر مصادر بخار الماء وأهمها المسطحات المائية التى تساعد على زيادة نسبة الرطوبة (بخار الماء) نتيجة ما يتبخر من مياهها ويضاف إلى الهواء.

بيــنما يتكون الغبار من كل الجزيئات والحبيبات الصلبة التى يحملها الهواء ، وأهمها جزئيات الأتربة والرمال الناعمة والأملاح ، وحبوب اللقاح المتطايرة من الأشجار وجزيئات النباتات الجافة والرماد والغبار المنطلق من فوهات البراكين ، هذا إلى جانب الغبار الكونى المتخلف عن احتراق كل من الشهب والنيازك .

ويمــثل الغــبار أهــم الملوثات الطبيعية للهواء ، كما أنه هو مصدر الــنويات التى يتكاثف عليها بخار الماء في الهواء، كما وأنه يساعد الهواء علــى امتصاص الحرارة من أشعة الشمس أثناء النهار وعلى سرعة فقدانها بالإشــعاع أثناء الليل. ويشترك مع بخار الماء في إحداث بعض الظاهرات الضوئية المعروفة مثل الشفق الذى يظهر عادة عند غروب الشمس وأحياناً عند شروقها .

وتــبعاً لاختلاف الخصائص العامة لأجزاء الغلاف الجوى ، وتنوع الغازات فيه من ارتفاع إلى آخر أمكن تصنيفه إلى :

أولاً : طبقة الهوموسفير : Homosphere

ويمكن اعتبار هذه الطبقة بأنها الطبقة الممثلة للغلاف الجوى الذى يتأثر به سطح الأرض ويؤثر فيها، ويبلغ ارتفاع هذه الطبقة من سطح الأرض (مستوى سطح البحر) حتى ارتفاع ٥٠ ميل أو ٨٠ كم الشكل رقم (٢) وتضم طبقتين أساسيتين هما :

(شكل ٢)
طبقات الغلاف الجوى

١ - طبقة التروبوسفير : Troposphere

ويقصد بها الجزء الأسفل من طبقات الغلاف الجوى ، والتى ينحصر بين سطح الأرض وارتفاع ١٢ كم فى المتوسط ، وتضم هذه الطبقة حوالى ثلاثة أرباع وزن الغلاف الجوى ، وتتميز بأنها أكثر طبقات الغلاف الجوى إضطرابا خاصة بالجزء السفلى منها ، والذى يمتد إلى مسافة حوالى ثلاثة كيلو مترات ، وهى الطبقة التى تحدث بها كل أو معظم الظواهر الجوية ، والتى تتحكم في توزيع الطقس والمناخ على سطح الأرض. وتقل درجة الحرارة في داخل هذه الطبقة مع الارتفاع إلى أعلى وبمعدل ١ْم لكل ١٥٠ متراً ، وينتظم هذا التناقص فوق مستوى ثلاثة كيلو مترات من سطح البحر، وبالتالى يمكن تقسيم طبقة التربوسفير إلى قسمين فرعيين هما :

أ ـ الجزء السفلى : يبلغ سمك هذا الجزء الأول ثلاثة كيلو مترات ، ويتميز باضطرابه وعدم انتظام توزيع الحرارة بين أجزائه نتيجة لملامسته سطح الأرض ، مع تفاوت تأثره باليابس والماء ، هذا إلى جانب تأثره بالإشعاع الأرضى وذبذباته ، كما يتميز أيضاً بارتفاع ضغطه وحدوث حركات انقلابية في هوائه مما قد يؤدى أحياناً وفى بعض الجهات ـ مثل المناطق الصحراوية ـ إلى ارتفاع بعض المواد العالقة بالهواء كالأتربة أو الغبار .

ب ـ الجزء العلوى: ويقع فوق مستوى الثلاثة كيلو مترات من سطح البحر وهو أكثر استقراراً أو انتظاماً بالمقارنة بالجزء السفلى. ففى هذا الجزء تنخفض درجة الحرارة بمعدل منتظم يبلغ حوالى ١ْ م لكل ارتفاع

قــدره ١٥٠ مــتراً ، كذلـك ينخفض الضغط الجوى وتزيد سرعة الرياح بالــتدريج حتى مستوى ١٢كيلو متر فوق سطح البحر، حيث يصل الضغط الجوى إلى ٢٠٠ ملليبار وتصل سرعة الرياح إلى ١٤٤ كم / ساعة، ويطلق علــى هذه الرياح اسم التيار النفاث Jet Stream ، ويكون اتجاهه عادة من الغرب إلى الشرق في نطاق هبوب الرياح العكسية ومن الشرق إلى الغرب في نطاق هبوب الرياح التجارية .

ويــتكون الغلاف الغازى في طبقة التروبوسفير من خليط من جميع الغــازات المعــروفة في الطبيعة ، والتى تتمثل في الأزوت (النيتروجين) والأوكسجين والذى تبلغ نسبتهما : حوالى ٩٩ ٪ من وزن الهواء ، وتسمى هــذه الغازات باسم الغازات الدائمة أو الثابتة في الهواء ، وذلك لثبات نسبة كل منهما في الهواء إلى حد كبير وعدم تغيرها إلا قليلاً جداً.

أمــا الغــازات الأخــرى التى يتألف منها الغلاف الجوى في طبقة التروبوســفير فتتمــثل في مجموعة من الغازات النادرة تشتمل ــ كما سبق القــول ــ علــى الأرجــون والنــيون وغيرها ، أما الغازات الخفيفة مثل الهيدروجيــن والهيلــيوم فتوجد في طبقة التروبوسفير بنسب قليلة جداً. هذا بالإضافة إلى غاز ثانى أوكسيد الكربون الذى تتذبذب نسبته . هذا إلى جانب المواد العالقة والمتمثلة في بخار الماء وجزيئات الغبار ، وتختلف نسبة هذه المواد من مكان إلى آخر ومن وقت إلى آخر، وهى تعتبر الأساس في نشأة معظم الظواهر الجوية الأخرى مثل الحرارة والرطوبة والضغط الجوى .

وفــى أعلــى طــبقة التروبوسفير توجد طبقة ساكنة تعرف بطبقة

الـــتروبوبوز Tropopause وتفصـــل هـــذه الطبقة قليلة السمك بين طبقتى التروبوســـفير والاستراتوســـفير ، وتتميز بأن درجة حرارتها منخفضة جداً حوالى (ــ٥٥ْ م) ولا تتناقص بها الحرارة تناقصاً محسوساً بالارتفاع .

٢- طبقة الاستراتوسفير : Stratosphere

وقد أطلق عليها هذا الاسم بسبب تجانس درجة حرارة الهواء بها كما أنهـــا تخلو من كل أشكال العواصف والأعاصير داخل نطاقها تماماً ، وهى أكـــثر سمكاً من طبقة التروبوسفير ، وإن كان سمكها يقل عند خط الاستواء حتى يكاد يختفى تقريباً ، ودرجة حرارتها منخفضة بشكل عام ، وإن كانت لا تتناقص كثيراً بالارتفاع ، وتمتد هذه الطبقة في المتوسط ما بين ١٢ ــ ٨٠ كـــم ، وتنعدم بها الغازات الثقيلة والمواد العالقة ، وعلى العكس مما هو معـــروف من تناقص درجة الحرارة بالاتجاه من خط الاستواء نحو القطبين في طبقة التروبوسفير ، فإن الحرارة تزداد في طبقة الاستراتوسفير بالاتجاه من خط الاستواء نحو القطبين.

وتضم هذه الطبقة خلالها طبقة الأوزون Ozone layer ويطلـــــق عليها أحياناً اسم الاستراتوبوز Stratopause ، ويبلغ متوسط ارتفاعها في العروض الوسطى حوالى ٢٠ كيلو متراً، وفى هذه الطبقة تتجمع أعلى نسبة من غاز الأوزون الموجود في الجو. وهى الطبقة التى يتأثر فيها الأوكسجين الموجود في الهواء بالأشعة فوق البنفسجية التى تنبعث من الشمس في شكل موجات قصيرة فيتحول من أوكسجين ثنائى الذرات o_2 إلى أوكسجين ثلاثى الذرات o_3 أو ما يعرف بالأوزون .

وفـــى أثناء عملية تحول الأوكسجين إلى أوزون تتحول الأشعة فوق البنفســجية إلـــى أشــعة تحـت حمراء ، وينبعث منها حرارة شديدة ولكن الأوزون يمنع وصولها إلى سطح الأرض ، حيث تمتص هذه الطبقة بعض الحـــرارة بينما يتبدد الباقى في طبقات الجو العليا ، وبهذا تكون الأرض في حمايـــة مـــن تأثير هذه الحرارة المدمرة لكل شيء ، وما يصل من حرارة الشـــمس إلى سطح الأرض ضرورى لقتل الجراثيم الضارة وبالتالى يحافظ على صحة الكائنات الحية .

٣ – طبقة الميزوسفير : Mesosphere

وفى هذه الطبقة تتناقص درجة الحرارة بحيث تبلغ حدها الأدنى حوالى ــ٧٠ْم في أعلى أجزاء هذه الطبقة وعلى ارتفاع يتراوح ما بين ٧٠ إلى ٧٥ كيلو متراً ، وفى خلال هذه الطبقة تحترق الشهب والنيازك والتى تندفع من الفضـــاء الخارجى في اتجاه سطح الأرض ، وأحياناً يحلو للبعض أن يطلق على هذه الطبقة اسم الطبقة المكهربة Electric Layer ويفصل بين طبقة الميزوســـفير والـــنطاق الـــثانى أو نطاق الهيتروسفير أو طبقة الأينوسفير Inosphere خط يعرف باسم الميزوبور Mesopause .

ثانياً : طبقة الهيتروسفير : Hetrosphere

وهـــى الـــتى تمثل الجزء العلوى من الغلاف الجوى ، ويعرف هذا الجـــزء أحـــياناً باسم الثرموسفير Thermosphere ، والتى تتميز عموماً بارتفاع درجة حرارتها التى قد تصل في الأجزاء العليا من هذه الطبقة إلى

أكثر من ١٠٠٠ْ مئوية ، لأن هذه الطبقة تمتص درجة حرارتها مباشرة من الشمس وليس من الأرض ـ كما هو الحال في الطبقة السفلى (الهوموسفير)، هذا إلى جانب ما يرتد إليها من طبقة الأوزون ، وتمتد هذه الطبقة من ارتفاع حوالى ٨٠ كيلو متراً وحتى نهاية الغلاف الجوى .

ويسمى الجزء السفلى من هذه الطبقة باسم طبقة الأينوسفير Inosphere ، والتى يتراوح سمكها ما بين ٨٠ إلى ٣٥٠ كيلو متراً ، وتضم هذه الطبقة خلالها غازات خفيفة ، ولذلك يوجد بها غازا الهيدروجين والهيليوم ، ولذلك يرى العلماء أن هذه الطبقة مخلخلة الضغط جداً إلى حد الاقتراب من الفراغ ، وهذا ما يعطيها بعض الخصائص الكهربائية التى تجعل لها القدرة على عكس الموجات اللاسلكية القصيرة نحو الأرض ، كما تنتقل خلالها أيضاً بعض الإشعاعات المغناطيسية والكهربائية نحو القطبين فتؤدى إلى وجود شحنات كهربائية في أعلى الجو فتعمل على ظهور الوهج المشهور بالوهج القطبى " الأورورا Aurorae ـ كما سبق ذكره .

وقد كانت معلوماتنا عن تلك الطبقة قائمة على الملاحظة والاستنتاج والمقارنة ، وذلك لأن أجهزة القياس والرصد والتسجيل العادية لم تكن لتتعدى في ارتفاعها أكثر من مستوى ٣٥ كيلو متراً فوق سطح البحر ، ولكن ومع التقدم الكبير في أبحاث الفضاء وإطلاق الأقمار الصناعية قد ساعد على توفير كثير من المعلومات ذات الفائدة في دراسة هذه المستويات المرتفعة .

ومما تقدم يمكن القول أن جميع الظاهرات المناخية التى تهمنا في

دراسة الجو والمناخ تحدث كلها في الجزء الأسفل من الغلاف الغازى أى داخل طبقة التروبوسفير الملامسة لسطح الأرض ، وإذا ما قلنا مثلاً عند دراسة بعض عناصر المناخ مثل الأمطار والسحب وغيرها من مظاهر التكاثف أنها تحدث في طبقات الجو العليا ، فإن معني ذلك أن هذه المظاهر تتم في الجزء العلوى من طبقة التروبوسفير أو أعلى الطبقة السفلى من الغلاف الجوى .

ب – أجهزة الرصد ونموذج المرصد العادى :

تنقسم أجهزة الرصد الجوى في محطات الأرصاد الجوية (المراصد) في الوقت الحاضر إلى مجموعتين احداهما مجموعة الأجهزة التقليدية البسيطة وبعضها أجهزة حديثة ومعقدة ، وما نحاول التعرف عليه والتعامل معه هو الأجهزة البسيطة التقليدية التى تستخدم عادة في كل المراصد والتي تنقسم إلى نوعين هما :

١ – أجهزة تتم قراءة نتائج القياس منها مباشرة بواسطة الراصد أو أى فرد آخر، وتضم هذه الأجهزة كل أنواع الترمومترات ، والبارومترات، والهيدرمترات (أجهزة قياس المطر) والهيجرومترات (أجهزة قياس الرطوبة) وأجهزة قياس التبخر .

٢– أجهزة التسجيل الآلى (الأتوماتيكى) ، ويتم التسجيل بها عن طريق تسجيل نتائج القياس بشكل مستمر بالرسم البيانى على خرائط خاصة

، وتتميز هذه الأجهزة عن غيرها بأن نتائجها ليست معرضة للأخطاء البشرية ، وأنها تعطى تسجيلات مستمرة للعناصر المناخية بحيث يمكن حفظ

خرائطها في سجلات خاصة للرجوع إليها والاستفادة بها في أوقات لاحقة ، ومـــن أشهر هذه الأجهزة : مسجل الضغط الجوى (الباروجراف) ، ومسجل درجـــة حـــرارة الهـــواء (الـــترموجراف) ومســـجل الـــرطوبة (الهـــيجروجراف) وجهاز تسجيل سرعة الرياح (الأنيمومتر) وأجهزة قياس المطر وغيرها.

وباســـتثناء أجهـــزة قياس الضغط الجوى التى لا يشترط وضعها في المرصد نفسه ، بل توضع عادة في إحدى الحجرات المجاورة له ، فإن كل الأجهـــزة الباقـــية تقريـــباً تـــوزع بترتيب خاص على المساحة المخصصة للمرصـــد. وإن كـــان يشترط لبعض هذه الأجهزة أن توضع معرضة للجو مباشـــرة مـــثل أجهزة قياس المطر والإشعاع الشمسى ، والوعاء المستخدم لقـــياس التـــبخر ، فإنه من الواجب وضع أجهزة أخرى داخل كشك خشبى خـــاص يحميه من أشعة الشمس ومن الرياح ، ولكنه لا يفصل هذه الأجهزة عن الهواء الجوى ، ومن أشهر هذه الأجهزة : أجهزة قياس درجات الحرارة (الترمومترات والترموجراف) وأجهزة قياس رطوبة الهواء .

ونجد أن المرصد البسيط له عدة مواصفات من أهمها ما يلى :

أن تكـــون أرضـــه مستوية ، وبعيدة عن أى مبان أو أشجار أو أى عوائـــق أخرى ، قد تؤثر على حركة الرياح وتوزيع كمية الإشعاع الشمسى علـــى المرصـــد ، وغالباً ما تكون مساحة القطعة التى يقام عليها المرصد حوالى ٦ × ٩ أمتار .

يجـــب أن تتميز أكشاك الرصد المخصصة لحفظ أجهزة قياس درجة

الحـــرارة والـــرطوبة علـــى الـــرغم مـــن اختلافها من حيث الأحجام بعدة مواصفات تشترك فيها جميعاً وهى :

أ - أن تكون أجهزة الرصد داخل هذه الأكشاك مرتفعة ارتفاعاً كافياً عن سطح الأرض حتى لا تتأثر درجة الحرارة داخلها بالإشعاع الأرضى أو بالغطاء النباتى أو بالغطاء الجليدى، وغالباً ما يكون البعد بين قاعدة الكشك وسطح الأرض في الغالب حوالى ١٤٠ سم إلى ٢٠٠ سم .

ب - أن يـتجه باب الكشك نحو الشمال (في نصف الكرة الشمالى) ونحو الجنوب (في نصف الكرة الجنوبى)، حتى لا تدخله الشمس عند فتحه فتؤثر أشعة الشمس على أجهزة القياس داخله .

جـ- أن تصنع جوانب الكشك وبابه من الخشب المزدوج (مثل شيش الـنوافذ) حـتى لا تسخن هذه الجوانب عند سقوط أشعة الشمس عليها ، وتساعد في نفس الوقت على تهويته .

يمكـن أن يضم المرصد بعض الترمومترات الخاصة لقياس درجات حرارة التربة على أعماق متفاوتة ، وأخرى لقياس درجة حرارة سطح الحشائش .

الفصل الثانى

الإشعاع

Insolation

الفصل الثانى

الإشعاع Insolation

يعرف الإشعاع بأنه انتقال الطاقة غير المجسمة وانتشارها كما هو الحـال فـي الطاقة الحرارية والضوئية والكهرومغناطيسية ، وأحياناً يطلق علـى هذا النوع من الإشعاع اسم الإشعاع الأثيرى، وعلى ذلك يمكن تقسيم الإشعاع إلى ثلاثة أنواع رئيسية هى :

أولاً : الإشعاع الشمسى : Solar radiation

وينقسم بدورة إلى ثلاثة أنواع من الأشعة أيضاً هى :

١- **الأشعة فوق البنفسيجية** : Ultraiviolet Rays

٢- **الأشعة الضوئية** : Light Rays

٣- **الأشعة الحرارية** : Heat Rays

ثانياً : الإشعاع الأرضى :Earth's Radiation

ثالثاً : الإشعاع الجوى : Atmosphere's Rediation

ولكن قبل أن نتعرض لأى من هذه الأشعة بالدراسة والشرح يجب أن نؤكـد أن المصـدر الرئيسى لهذه الإشعاعات الثلاث هو الشمس، حيث أن الغـلاف الجـوى يسـتمد حرارته كلها تقريباً من جسم الشمس، فلا تساهم حرارة باطن الأرض في حرارة الغلاف الجوى بأى نصيب يذكر، حيث أن

سمك القشرة الأرضية كفيل بأن يمنع وصول الحرارة الباطنية إلى السطح، إلا في حالات نادرة عندما تجد حرارة الباطن منفذا لها إلى السطح الخارجى للقشـــرة الأرضية، كما هو الحال في فوهات البراكين والنافورات الحارة ، ومع ذلك فإن تأثير هذه الحرارة ضعيف جداً بالنسبة لتأثير الحرارة المستمدة من الشمس، تلك الكتلة الغازية الملتهبة البالغ حجمها حوالى مليون مرة حجم الكرة الأرضية، بينما يبلغ قطرها قدر قطر الأرض بأكثر من ١٠٠ مرة .

وتقــدر درجة حرارة الإطار الخارجى للشمس بنحو ٧٠٠٠° مئوية بينما تصل درجة حرارة مركز الشمس إلى أكثر من ٢٠ مليون درجة مئوية ومــن هــذا الجســم الهائل الضخامة الملتهب تخرج أشعة قوية تصل إلى الأرض بعد مرورها في الفضاء الخارجى لمسافة ٩٣ مليون ميل ، ومن ثم لا يصــل مــنها إلى سطح الأرض إلا واحد على ٢ ملليبار من قوة الأشعة الــتى تخرج من الشمس، وهذا هو الجزء الذى يقوم بتسخين جسم الأرض وإمدادها بالضوء .

أولاً : الإشعاع الشمسى: Solar radiation

كمـــا سبق القول فإن الإشعاع الشمسى عبارة عن مجموعة من الإشعاعات الأثيرية مصدرها الشمس وأنه يتألف من ثلاثة أنواع رئيسية من الأشعة هي

١ -الأشعة فوق البنفسجية : Ultraviolet rays

وهــى أشــعة غــير مرئية (أى لا يستطيع أن يراها الإنسان بعينه المجردة) ، وتمثل هذه الأشعة ٩ ٪ من جملة الإشعاع الشمسى ، ويتراوح

طــول موجاتها ما بين حوالى ٠,٢ إلى ٠,٤ ميكرون* ولهذه الأشعة عدة فوائــد مــنها أنها تساعد على نمو الكائنات الحية ، وكذلك تساعد في علاج بعض الأمراض كالسل والكساح ولذلك تقام المصحات وحمامات الشمس في المــناطق الجبلية المرتفعة حيث الجو النقى والصافى ، والذى يساعد على وصــول هــذه الأشــعة إلى سطح الأرض لأن العوالق (الغبار) يقلل من نسبتها .

٢- الأشعة الضوئية : Light rays

أشعة مرئية وهى التى تعرف بضوء النهار، وتؤلف حوالى ٤١ ٪ من أجمــالى الإشــعاع الشمسى ، وتتراوح أطوال موجاتها ما بين ٠,٤ ــ٠,٧ مــيكرون ، وتصل إلى أقصى حد لها فى منتصف النهار وتزيد في الصيف عــنها فــي الشتاء ، وتتصل اتصالاً وثيقاً بنمو النباتات وعملية إزهارها ، وتتكون هذه الأشعة من ألوان متعددة أهمها البنفسيجية والزرقاء والخضراء والصــفراء والحمراء ، والتى ينتج عن اختلاطها مع بعضها تكون الضوء الأبــيض الذى نعرفه بواسطة منشور زجاجى ، أو عند سقوط هذه الأشعة علــى السحب العالية وظهورها بشكل قوس ضوئى ملون يعرف باسم قوس قــزح Rain Bow ، والــذى ينــتج عن انتشار هذه الأشعة فوق أسطح البلورات الثلجية المكونة للسحب العالية .

---

* الميكرون = ١/١٠٠٠ من المليمتر ١/١٠٠٠٠٠٠ أو من المتر .

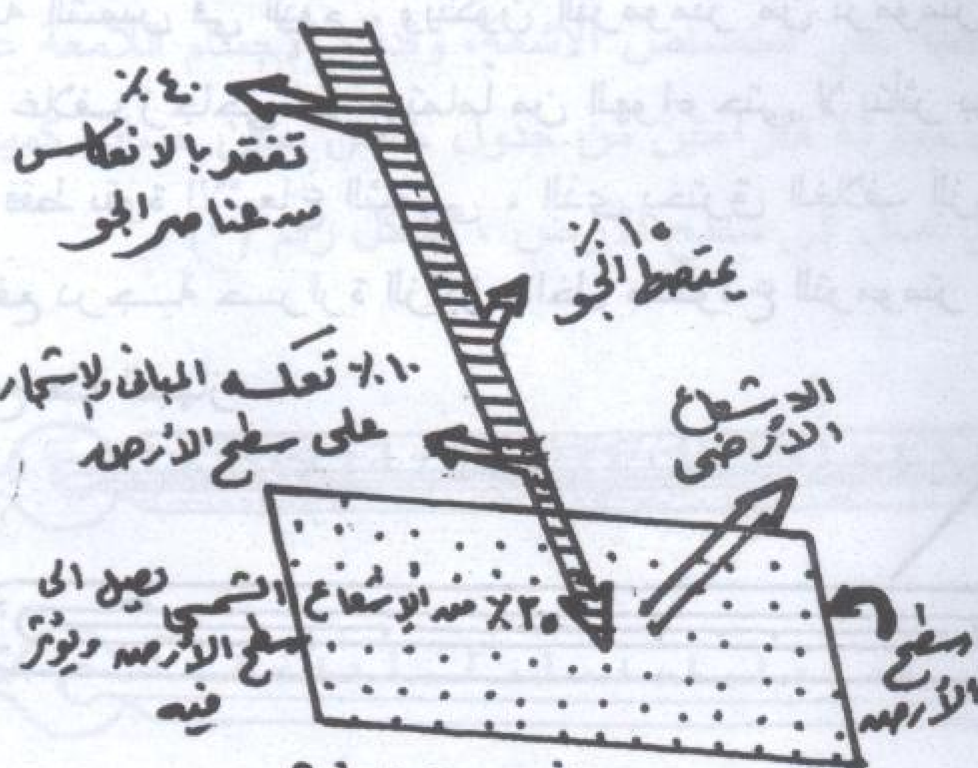
٣-الأشعة الحرارية : Heat rays

وتسمى أيضاً بالأشعة تحت الحمراء Infrared Raysوهى أشعة غير مرئية وتؤلف أعلى نسبة من نسب أشعة الإشعاع الشمسى ، حيث تمثل ٥٠ ٪ مـــن أجمالى الإشعاع الشمسى وتتراوح أطوال موجاتها ما بين ٠,٧ إلى ٠,٨ مــيكرون ، وهى بذلك أطول أنواع الأشعة والممثلة للإشعاع الشمسى من حيث الموجات.

وتخـــرج هــذه الأشعة كلها من جسم الشمس وتندفع في الفضاء في شــكل موجات تنتشر بسرعة الضوء المعروفة (٣١١ ألف كم / ثانية) ، ولكــن لا يصل إلى سطح الأرض من هذه الأشعة إلا القدر الضئيل والذى يقــدر بحوالى جزء من ٢ مليار جزء ، ونجد أن هذا الجزء لا يصل كاملاً إلـــى ســطح الأرض ، حيـــث أن الأوكسجين الذرى في طبقة الأيونوسفير وطــبقة الأوزون يعملان على امتصاص جانباً من الأشعة فوق البنفسيجية (حوال ٢,١ ٪ من الإشعاع الشمسى)، وكما يتضح من الشكل رقم (٣).

فـــإن الإشعاع الشمسى يمثل ١٠٠ ٪ ، يفقد من هذه النسبة حوالى ٤٠ ٪ وذلــك بالانعكـــاس مـــن عناصر الجو ، بينما تقدر نسبة ما يمتصه الغــلاف الجــوى بمـــا يحتويه من مواد عالقة حوالى ١٥ ٪ من الإشعاع الشمســـى ، وكذلـــك يتم عكس ١٠ ٪ من مقدار الإشعاع الشمسى بواسطة المبانى والأشجـــار وباقى الموجودات على سطح الأرض، ونجـــد أن هذه

النسبة تختلف من مكان لآخر وذلك لاختلاف طبيعة غطاء سطح الأرض، فمثلاً الجهـات المغـطاه بالحشائـش تعكـس ما بين ٣ ٪ إلى ١٠ ٪ من الأشعة التى تصل إليها ، بينما يعكس السطح المغطى بالثلوج والجليد ما بين ٥٠ ٪ إلى ٩٠ ٪ من نسبة الإشعاع الشمسى الواصل إليها وهكذا ، ومن ثم فإنه ما يصل إلى سطح الأرض من الإشعاع الشمسى ويؤثر فيه يبلغ حوالى ٣٥ ٪ من مقدار الإشعاع الشمسى.



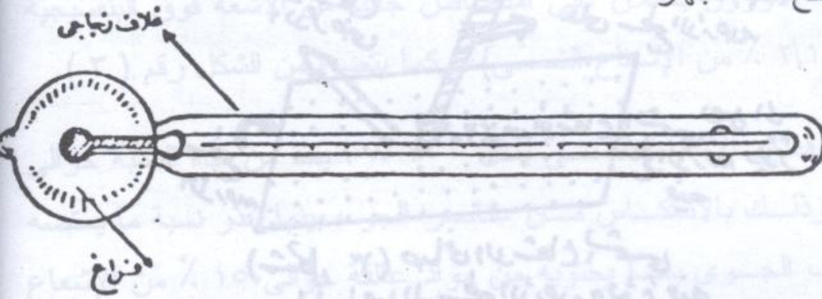
(شكل ٣) صافى الإشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض ويؤثر فيه

أجهزة قياس الإشعاع الشمسى :

إن المطلــوب في الدراسة المناخية عادة هو قياس الإشعاع الشمسى علــى أســاس عدد ساعات سطوع الشمس في اليوم ثم حساب متوسطاتها ومعدلاتها الشهرية والسنوية ، هذا إلى جانب قياس قوة الإشعاع الشمسى ، ولذلك تستخدم في هذا القياس عدة أجهزة أهمها :

١- ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمسى :

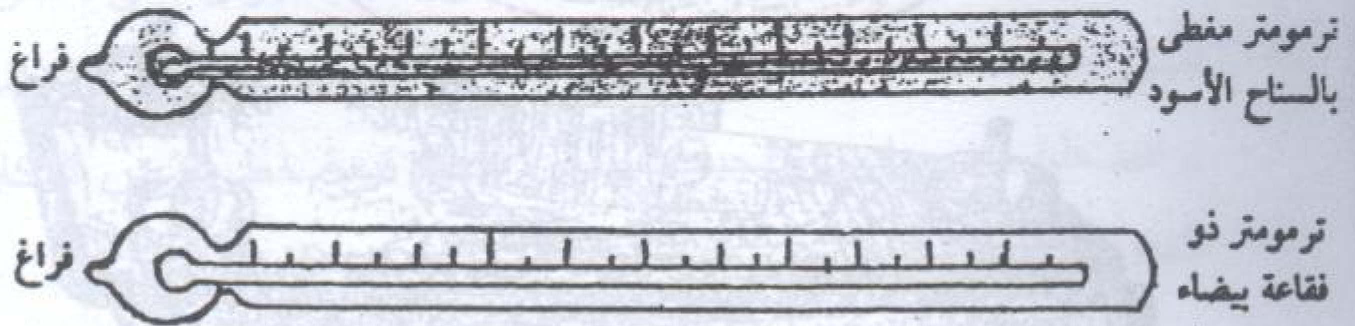
ويستخدم هذا الترمومتر لقياس النهاية العظمى للحرارة المستمدة من أشــعة الشمس في اليوم . ويتكون الترمومتر من ترمومتر عادى موضوع داخل غلاف زجاجى مفرغ تماماً من الهواء حتى لا يتأثر بحرارة الجو ، بل يتأثر فقط بقوة الإشعاع الشمسى ، الذى يخترق الغلاف الزجاجى ، وبالتالى تــرتفع درجــة حــرارة الزئبق داخل مستودع الترمومتر والشكل رقم(٤) يوضح هذا الجهاز .



الشــكل رقم(٤) **ترمومتر النهاية العظمى للإشعاع الشمسى**

٢- جهاز الأكتينوميتر : Actinometer

يقــوم هذا الجهاز بقياس تأثير الأشعة الشمسية على الأجسام المعتمة والأجســام اللامعــة ، وهو عبارة عن ترمومترين كل منهما محاط بغطاء زجــاجى مفــرغ مــن الهــواء حتى لا يتأثر بحرارة الهواء المحيط ولكن بموجات الإشعاع الشمسى فقط ، وأحد هذان الترمومتران لكل منهما فقاعة واحــدة مغطــاة بمــادة ســوداء والثانية مغطاة بمادة لامعة ، تعرض كلا الفقاعتان لأشعة الشمس طوال مدة سطوعها، ويدل الفرق بينهما على قدرة الأجسام المعتمة على امتصاص الأشعة، وقدرة الأجسام اللامعة على ردها، ومــن خلال مقارنة القراءتين من جدول خاص يمكن حساب كمية الإشعاع الشمسي التي تصل إلي سطح الأرض ، الشكل رقم (٥) .



الشكل رقم (٥) **ترمومتران لقياس حرارة الاشعاع الشمسى**

٣- جهاز كامبل ستوكس : Compbell stokes

ويسمى الجهاز بمسجل مدة سطوع الشمس لقياس الفترة الزمنية التى تســطع فيها الشمس ويتركب الجهاز من الأجزاء التالية كما في الشكل رقم (٦) :



شكل (٦) جهاز تسجيل سطوع الشمس
(كامبل إستوكس)

١- كرة من الزجاج النقى الشفاف قطرها حوالى ١٠ سم .

٢- حامل نصف دائرى تثبت عليه الكرة الزجاجية بواسطة قطعتين من النحاس مستديرتين على امتداد محور الكرة ، ويلاحظ أن هذا الحامل يشترك في المركز مع الكرة كما أنه يحمل تدريجاً خاصاً بدرجات خطوط العرض .

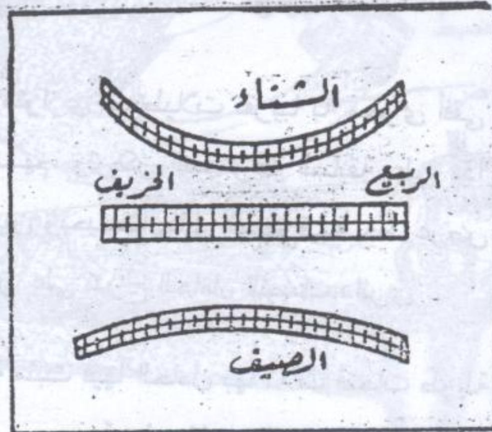
٣- مقطع من إناء معدنى كروى حفرت فيه ثلاثة أزواج من المجارى يدخل في احداهما خرائط التسجيل المناسبة لفصل الشتاء ويُدخل في الآخر خرائط الاعتدالين وفى الثالث خرائط الصيف، وقد صمم هذا المقطع بحيث تقع بؤرة الكرة الزجاجية التى تعمل كعدسة لامة على خرائط التسجيل دائماً .

٤- حامل على شكل متوازى مستطيلات تقريباً به مجرى أفقى محفور فى منتصفه سهم، وترتكز المجموعة السابقة على هذا الحامل بواسطة مسمارين وبحيث يقابل السهم قيمة خط عرض المكان المعرض فيه الجهاز على تدرج الحامل النصف دائرى .

٥- قاعدة متحركة مثبت فيها الحامل بها ثلاث فتحات طويلة ترتكز بواسطة مسامير محورية على قاعدة ثابتة وهذه القاعدة الأخيرة متصلة بالحامل الرأسى المثبت في الأرض .

عمل الجهاز :

تعمـــل الكرة الزجاجية كعدسة لامة تجمع أشعة الشمس في بؤرتها ، ولما كانت الشمس تتحرك حركة ظاهرية من الشرق إلى الغرب فإن البؤرة تتحرك من الغرب إلى الشرق على الخريطة الخاصة بالتسجيل حيث تترك علـــى هذه الخريطة خطاً محترقاً يتوقف طوله أو اتصاله على مدة سطوع الشـــمس طـــول اليوم . ونظراً لأن خط سير البؤرة يتغير بتغير درجة ميل أشعة الشمس في الفصول المختلفة فقد صممت الخرائط التى تستخدم في هذا الجهـــاز بثلاثة أشكال ، يستخدم أحدها في فصل الصيف والثانى في فصل الشـــتاء والثالث في الاعتدالين الربيع والخريف، كما يتضح من الشكل رقم (٧) .



(شكل ٧) خرائط آلة تسجيل سطوع الشمس

٤- جهاز بير هيليوميتر : Perheliometers

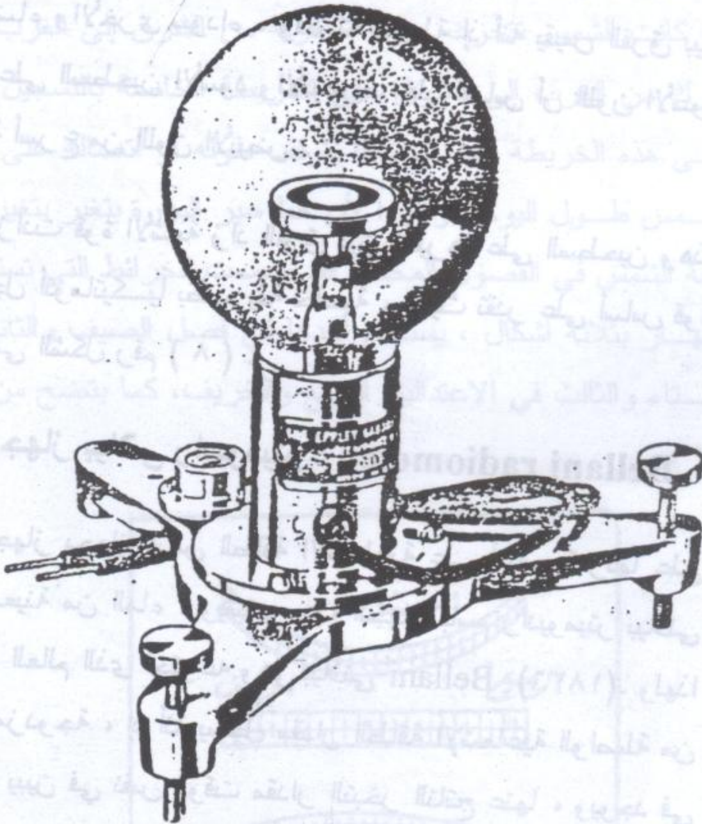
جهـــاز الكترونى حديث يستخدم لقياس الإشعاع الشمسى به لوحتان احداهمـــا بيضاء والأخرى سوداء ، وفكرته بسيطة إذ أنه يقيس الفرق بين تأثير الأشعة على السطحين الأسود والأبيض ، على أساس أن اللون الأسود يمتص الأشعة أسرع من اللون الأبيض .

وكلما زادت قوة الأشعة زاد الفرق بين تأثيرها على السطحين وهذا الفـــرق يســـجل أتوماتيكـــياً بطـــريقة خاصة ، بحيث تقدر على أساس قوة الإشعاع الشمسى الشكل رقم (٨) .

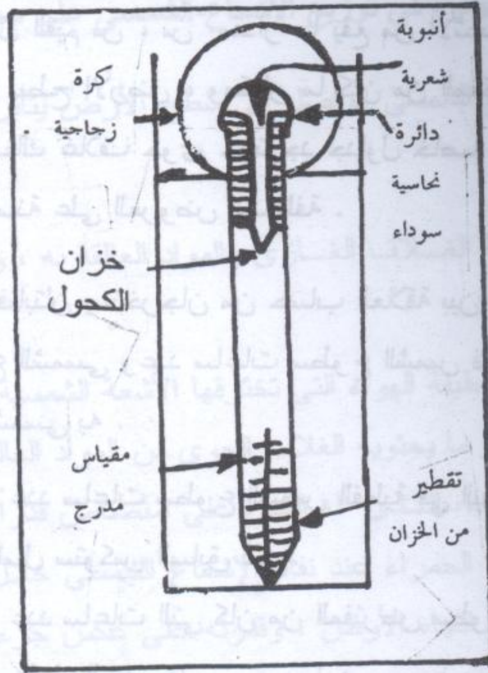
٥- جهاز بيلانى راديوميتر : Bellani radiometer

ويعرف هذا الجهاز بجهاز قياس الطاقة الإشعاعية على أساس قدرتها على تبخير مقادير معينة من الماء ، ويشتهر هذا الجهاز باسم راديوميتر بيلانى نســـبة إلى اسم العالم الذى اخترعه وهو بيلانى Bellani (١٨٣٦). ولهذا الجهـــاز فائدة مزدوجة ، إذ أنه يسجل مقدار الطاقة الإشعاعية الواصلة من الشـــمس ، كما يبين في نفس الوقت مقدار التبخر الناتج عنها ، ويوجد في هـــذا الجهـــاز مستودع كروى محفوظ داخل كرة زجاجية ومتصل بأنبوبة شعرية يخرج منها البخار ليدخل في أنبوبة متسعة حيث يتكثف بها وتتجمع المـــياه الناتجة في طرفها حيث تقاس بواسطة مقياس مدرج موضوع فيها .

وهذا الجهاز يقرأ يومياً ، وعند إعادة استخدامه لابد أن يقلب ليعود كل الماء المتكثف إلى المستودع الشكل رقم (٩) .



شكل (٨) برهيليومتر



شكل (٩) فكرة جهاز بيلانى راديوميتر

٦- حساب الإشعاع الشمسى بالطرق الرياضية :

إلــى جانــب قياس الإشعاع الشمسى بالأجهزة السابقة ، فإنه يمكن حســاب الطاقــة الشمسية بالطرق الرياضية التى تدخل في حساباتها بعض المتغيرات من أهمها عدد الساعات التى تسطع فيها الشمس إلى جوار نسبة مــا يغطــى السماء من سحب ، ومن أجل ذلك استخدمت عدة معدلات من بينها المعادلة الآتية ، وهى عبارة عن معادلة انحدار خطى بسيط :

$$\frac{س}{\bar{س}} = أ + ب \left(\frac{ع}{ن}\right)$$

وفـيها تمثل القيم س ، س- مقدار ما يقع من الأشعة الشمسية على سنتيمتر مربع من سطح الأرض ، ومقدار ما كان من الممكن أن يقع عليه إذا لـم يكـن هـناك غلاف جوى . وتوجد جداول خاصة تبين مقدار هذا الإشعاع في أيام السنة على العروض المختلفة .

أمـا أ ، ب فثابتان يستخرجان من حساب العلاقة بين المعدل الشهرى لكـل من الإشعاع الشمسى وعدد ساعات سطوع الشمس في المكان المراد حساب الإشعاع الشمسى به .

أما (ع) فهي عدد ساعات سطوع الشمس الفعلية في اليوم، كما اتضح من خلال جهاز كامبل ستوكس السابق ذكر.

أما (ن) فهي عدد ساعات التي كان من المفترض سطوع الشمس خلالها، وهي تعني طول النهار علي حسب ما هو معروف علي دوائر العرض المختلفة، كما اتضح من خلال الجدول رقم (١).

جدول رقم (١) أكبر طول للنهار في العروض المختلفة يوم ٢١ يونيو في في نصف الكرة الشمالي:

دوائر العرض	صفر °	٤١ °	٦٣ °	٦٦,٥ °	٦٧ °	٧٨ °	٩٠ °
طول النهار (ساعة)	١٢	١٥	٢٠	٢٤	٣٠ يوماً	٤ أشهر	٦ أشهر

وينطبق نفس الكلام علي نصف الكرة الجنوبي يوم ٢١ سبتمبر

- **العوامل المؤثرة في توزيع الإشعاع الشمسى على سطح الأرض:**

حيث أن الإشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض يتأثر بعدة عوامل من أهمها ما يلى :

١- طبيعة الغلاف الغازى والمواد العالقة به ، ويتوقف ذلك على عاملين هما :

أ- سمك طبقة الهواء التى تخترقها الأشعة الشمسية .

ب- مقدار ما يحتويه الغلاف الجوى من المواد العالقة وخاصة بخار الماء، الذى له القدرة على امتصاص قدراً أكبر من الأشعة تحت الحمراء عند نفاذ الإشعاع الشمسى خلال الغلاف الجوى في اتجاه الأرض ، وقدرته على عكس جزء مما امتصه من شعاع الشمس في شكل إشعاع ذاتى نحو الأرض ، مما يساعد على رفع درجات حرارة الهواء ، هذا إلى جانب ماله من قدرة على امتصاص ٩٠ ٪ من الأشعة الحرارية التى يشعها سطح الأرض ، ويعنى ذلك أن لبخار الماء في الهواء القدرة على تنظيم نفاذ كل من الإشعاعين الشمسى والأرضى ، وبالتالى يحفظ لسطح الأرض حرارته .

٢- تركيز أشعة الشمس أو الزاوية التى تصل بها أشعة الشمس إلى الأرض . نلاحظ أن شعاعاً يصل إلى سطح الأرض في زاوية مائلة تكون قوته أقل من إشعاع يصل عمودياً على سطح الأرض ، وذلك

لأن الإشـــعاع المـــائل يخترق مسافة أطول في الغلاف الجوى فيفقد جــزءاً أكــبر من قوته ، بينما الإشعاع العمودى الذى يخترق مسافة أقصر يفقد جزءاً أقل ، هذا فضلاً عن أن الأشعاع المائل يتوزع على مســافة أكــبر من سطح الأرض فيقل تركيزه فى حين أن الاشعاع العمودى يتركز فى مساحة أصغر فتزداد قوته .

٣ – طــول المدة التى تسطع فيها الشمس فوق الأفق ، ويتغير ذلك تبعاً للفصــول وتبعاً للموقع بالنسبة لدوائر العرض، من هذا نستنتج أن كمية الحرارة التى تكتسبها الأرض أثناء النهار الطويل أكثر مما لو كان النهار قصير ، هذا فضلا عن أن خطوط العرض الواحدة عادة تكتسب كمية واحدة من الحرارة ، وباختلاف خطوط العرض تختلف درجــات الحرارة ، هذا إذا ما تساوت الظروف الأخرى التى تؤثر فى حرارة خط العرض .

التوزيع الجغرافى للاشعاع الشمسى:

يؤثر الغلاف الجوى فى طاقة الاشعاع الشمسي بالنسبة للكرة الأرضية ، فهو يعمل على تقليل هذه الطاقة ، وأن جملة ما تكسبه الأرض وجوها من هــذه الطاقـــة فى السنة لابد أن يتعادل مع جملة ما يرتد منها إلى الفضاء ، وأن هــذا الــتعادل هو الذى يجعل للأرض ميزانية حرارية ثابتة من سنة لأخــرى ، ولكن ليس معنى هذا التوازن أن تكون كل أجزاء سطح الأرض أو فى كل أيام السنة متعادلة فى مكسبها أو خسارتها للاشعاع الشمسى ، لأن

توزيــع هــذا الاشعاع يختلف من مكان لآخر ، ومن فصل إلى آخر نتيجة لتأثره بعدة عوامل أهمها ما يلى :

١- اختلاف الألبيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن وقت لآخر .

٢- اختلاف البعد بين الأرض والشمس على حسب الفصول خاصة فى الصيف عنه فى الشتاء .

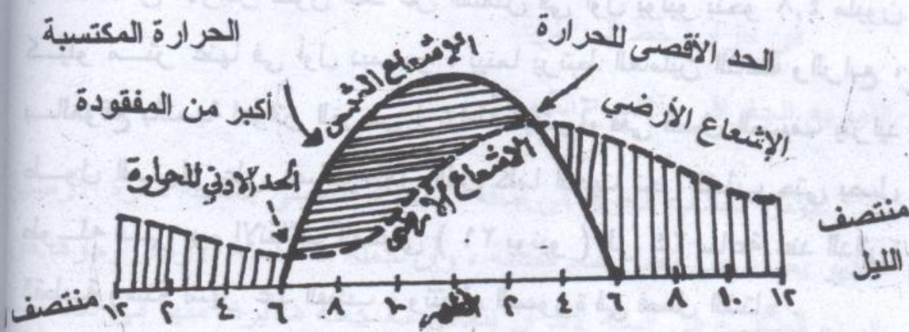
٣- اخـتلاف طـول الليل والنهار فى العروض المختلفة وفى الفصول المختلفة كما سبق ذكره .

٤- اختلاف الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض .

ويخـتلف الألبـيدو الأرضى من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر على حسب كمية السحب ودرجة صفاء الجو وما يغطى الأرض من غطاء نباتى أو ثلوج أو جليد .. الخ كما سيرد ذكره ، أما عن العامل الثانى فانه يلاحـظ أن الأرض تكون أبعد عن الشمس فى أول يوليو بنحو ٤,٨ مليون كـيلو مـتر عنها فى أول ديسمبر ، بينما يرتبط العاملين الثالث والرابع ، بـالموقع بالنسبة لدوائر العرض ارتباطاً مباشراً، ففى فصل الصيف يتزايد طـول الـنهار على حساب طول الليل كلما اتجهنا نحو القطب حتى يصل طولـه فـى يوم الانقلاب الصيفى (٢١ يونيو) إلى ٢٤ ساعة عند الدائرة القطبية وستة أشهر عند القطب ، وتتبدل الصورة فى فصل الشتاء .

ومـمـا تقدم نرى أن معدل الاشعاع الشمسى السنوى يبلغ أقصاه عند خط الاستواء ، ويبدأ فى التناقص فى الاتجاه نحو القطبين ، ويقدر أن مقدار الاشـعاع الشمسى الواصل إلى الأرض عند خط الاستواء يبلغ اربعة أمثاله

ويختلف الاشعاع الأرضى عن الاشعاع الشمسى فى أن أشعته غير مرئية وحرارية وطويلة (يتراوح طول موجاتها ما بين ٣ إلى ٨٠ ميكرون) بينما تتفاوت أطوال موجات الاشعاع الشمسى ما بين ٠,١٧ إلى ٤,٠ ميكرون، ويتميز كذلك الاشعاع الأرضى عن الاشعاع الشمسى بأنه يستمر طوال الأربع والعشرين ساعة (طول اليوم ـ ليلاً ونهاراً) فى حين أن الاشعاع الشمسى يبدأ مع شروق الشمس وينتهى عند غروبها ، كما يتزايد الاشعاع الأرضى تدريجياً بعد شروق الشمس ويبلغ أقصاه بعد الظهر (الزوال) بقليل ، ويرجع ذلك لأن الأرض تستمر محافظة على حرارتها فترة من الوقت بعد تعامد الشمس فى وقت الزوال ، بينما يأخذ الاشعاع الشمسى فى الهبوط تدريجياً بعد أن يمر وقت الزوال مباشرة ، وهذا ما يتضح من الشكل رقم (١٠).



شكل(١٠) مقارنة بين كمية الإشعاع الشمسي والإشعاع الأرضي خلال اليوم

عند القطبين ، تتلقى المنطقة المدارية أكبر كمية من الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى الأرض طوال العام ، ولا تظهر بين أجزاؤه فروق كبيرة مع اختلاف الفصول ، بينما يصل الاشعاع الشمسى إلى ذروته فى فصل الصيف فى العروض الممتدة فيما بين المدارين والدائرتين القطبيتين، ويبلغ هذا الاشعاع أدنى حد له فى الشتاء فى نفس العروض ، أما من الدائرتين القطبيتين وحتى نقطتى القطب فانه يوجد فائض فى الأشعة فى فصل الصيف الذى يطول فيه النهار وينقص هذا جدا فى فصل الشتاء .

ثانياً : الاشعاع الأرضى : The Earth's Radiation

قبل أن يصل الاشعاع الشمسى إلى الأرض يكون قد فقد نصيباً كبيراً منه فى الغلاف الغازى البعيد وكذلك فى الغلاف القريب من سطح الأرض ـ كما سبق ذكره ـ بواسطة الامتصاص من ناحية والانعكاس من ناحية أخرى ، فالمعروف أن سطح الأرض يمتص قدراً من أشعة الشمس التى تسقط عليه بينما يرد الباقى إلى الفضاء بتأثير الألبيدو الأرضى ، ويقوم سطح الأرض بتحويل الأشعة الشمسية التى امتصها إلى طاقة حرارية تنطلق إلى الغلاف الجوى فى شكل موجات طولية ، وبالتالى يستمد الغلاف الجوى حرارته من هذه الموجات الطويلة الصادرة من سطح الأرض فى الوقت الذى لم يستطع الهواء امتصاص الموجات القصيرة المكونة لأشعة الشمس عند احتراقها له ، ولذلك يمكن القول بأن الهواء يستمد حرارته من الاشعاع الأرضى .

ثالثاً : الاشعاع الجوى : Atmosphere`s Radiation

يقصـــد بالاشـــعاع الجـــوى تلك الموجات الاشعاعية التى تنطلق من الغـــازات الـــتى يتكون منها الغلاف الغازى وما به من المواد العالقة سواء كانـــت ذرات الغـــبار أو ذرات بخار الماء ، ويجب أن نعرف أن المصدر الأصـــلى لهذا الاشعاع الجوى هو ما استمدته مكونات الغلاف الغازى من الاشـــعاع الشمســـى (كمـــا سبق القول)، وبعد ذلك تقوم الغازات والمواد العالقة باشعاعه مرة ثانية فى جميع الاتجاهات فى صورة اشعاعات حرارية وضوئية ، ويصل جزء من هذه الاشعاعات إلى سطح الأرض ، خاصة تلك الاشعاعات الحرارية التى تنطلق من بخار الماء وغاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الغازى ، ويوضح الجدول التالى النسب المئوية للاشعاعات التى تصل من الجو إلى سطح الأرض .

جدول رقم (٢) النسب المئوية للاشعاعات التى تصل سطح الأرض من الغلاف الجوى

المصدر	نسب الاشعاع الواصل لسطح الأرض من الغلاف الجوى
بخار الماء	من ٥٠ ــ ٦٥ ٪
ثانى أكسيد الكربون	٢٠ ٪
بـــاقى الغـــازات والشوائب	من ١٥ ــ ٣٠ ٪

مما تقدم نلاحظ أنه توجد علاقة واضحة بين كل من الاشعاع الشمسي من ناحية وكل من الاشعاع الارضى والاشعاع الجوى من ناحية أخرى ، ويطلق اسم ألبيدو Albedo على النسبة بين مجموع الطاقة التى يعيدها سطح الأرض وجوها إلى الفضاء وبين الطاقة التى تأتيه من الشمس.

ـ الألبيدو الأرضى: Earth` s Albedo

يقصد بالألبيدو الأرضى قدرة كل من الأرض والجوى الكلية على رد الأشعة الشمسية إلى الفضاء دون أن يكون لها تأثير على حرارتهما ، حيث أنه من المعروف أن جزءاً كبيراً من الأشعة ينعكس إلى الفضاء بعد سقوطه على السطح العلوى للسحاب ، وكذلك بعد اصطدامها بذرات الغبار وبخار الماء العالقة بالجو ، أو تلك الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض نفسه .

ويتكون الألبيدو الأرضى من القدرة الكلية لكل هذه الأجسام على رد الأشعة ، ولكن يتميز كل جسم منها بأن له ألبيدو خاص به ، ويمثل ألبيدو السحب أكبر ألبيدو عاكس للأشعة التى تصل إلى الغلاف الجوى للأرض حيث يعكس وحده ٤٠ ٪ من مجموع الأشعة الشمسية التى تصل إلى جو الأرض، ويأتى ألبيدو المواد العالقة فى الغلاف الجوى (الغبار ـ بخار الماء ـ ثانى أكسيد الكربون) فى المرتبة الثانية، حيث يعكس حوالى ١٥ ٪ من مجموع الأشعة الواصلة إلى جو الأرض ، بينما يقدر ما يعكسه ألبيدو سطح الأرض نفسه حوالى ١٠ ٪ ، أى أنه أقل من ألبيدو السحاب والمواد العالقة

بالغلاف الجوى ، ويبلغ مجموع الأشعة التى تعكسها هذه الأنواع الثلاث من الألبيدو حوالى ٦٥ ٪من مجموع الأشعة التى تصل إلى سطح الأرض .

وبالتالى فان ما يصل من أشعة إلى سطح الأرض فعلا يمثل حوالى ٣٥ ٪ من مجموع الأشعة الواصلة إلى الغلاف الجوى للأرض بعد أن فقد من هذه الأشعة ٦٥ ٪ من مجموعها ، ولكن هذه الكمية الواصلة فعلا إلى سطح الأرض والبالغة ٣٥ ٪ من مجموع الاشعاع الشمسى لا تنعكس جميعها إلى الغلاف الجوى بل يتوقف هذا بطبيعة الحال على غطاء سطح الأرض حيث أن كل غطاء من أغطية سطح الأرض لها قدرة مختلفة على عكس الاشعاع الشمسى وهذا ما سوف نتعرف عليه من الجدول التالى :

جدول رقم (٣) قيم الألبيدو لبعض أغطية سطح الأرض

غطاء السطح	قيمة الألبيدو ٪
غابات دائمة الخضرة	٧
حقول خضراء	١١
أسطح رملية	١٣ – ١٨
مراعى جافة	١٩
سحب	٥٥
ثلوج	٨٠ – ٩٠

ومما تقدم نلاحظ أنه توجد عملية كسب حرارى مستمرة من أشعة الشمس ، وأن هناك فى نفس الوقت عملية عكسية وهى عملية فقدان أو

خسارة مستمرة للاشعاع الشمسى ناتجة عن انعكاس الحرارة وارتدادها إلى الفضاء بسبب الألبيدو الأرضى وغيره من العوامل ، ويتضح بشكل جلى أن الحرارة المكتسبة لا تتوزع توزيعاً عادلاً على جميع أجزاء سطح الأرض ، بـل أن بعض الأقاليم تكسب حرارة أكثر من أقاليم أخرى بحيث يكون بها وفـرة حرارية ، وينطبق هذا على الأقاليم المدارية التى يظهر فيها الوافر الحرارى كبير جداً ، بينما يكون المكسب صغير وفى بعضها الآخر بدرجة تـؤدى إلى حدوث عجز حرارى مستمر ، يظهر ذلك بوضوح فى الأقاليم القطبية ، بينما يختلف الوضع فى العروض المعتدلة التى يحدث تفاوت فى المكسب والخسارة بين الصيف والشتاء ، ففى هذه العروض عادة ما يحدث وفـر حرارى فى فصل الصيف بينما يحدث هناك عجز حرارى فى فصل الشتاء .

وعلى الرغم من الاختلافات فى المكسب والخسارة بين الأقاليم بعضها الـبعض ، إلا أنه توجد ميزانية حرارية للأرض Earth s Heat Budjet يجب أن يتعادل فيها تقريباً مجموع المكسب مع مجموع الخسارة من حرارة أشعة الشمس ، ويحدث التعادل نتيجة لوجود عديد من العناصر الجوية التى تـؤدى إلـى حدوث تبادل حرارى بين الأقاليم بعضها والبعض الآخر مثل حـركة الرياح السطحية والعليا ، والتى تتوقف أساساً على اختلاف الضغط الجـوى علـى سطح الأرض ، هذا إلى جانب بعض العوامل الأخرى مثل التيارات البحرية الدفيئة والباردة وغيرها.

ونتـــيجة لهذا التبادل فان التوازن الحرارى فى جو الأرض على مر السنين ، انما يرجع إلى أن الطاقة التى تكتسبها الأرض وجوها من الاشعاع الشمسى المباشر تردها بنفس القيمة إلى الفضاء فى صورة اشعاعات أثيرية حـــرارية ، وعلى هذا الاساسى يمكن تفسير حدوث العصور الجليدية على ســطح الأرض بأنه كان نتيجة لاختلال أصاب هذا التوازن الحرارى لسبب مـــا أدى إلى نقص نسبة ما يرد من الاشعاع إلى سطح الأرض أو زيادة ما يتـبدد مـــن اشعاع الأرض وجوها إلى الفضاء ، إذ أن أيهما أو كليهما مما يــؤدى إلـــى اختلال التوازن للميزانية الحرارية للأرض ، وبالتالى حدوث خســـارة فـــى درجة حرارة الهواء ، واحتمال حدوث الأدوار الباردة والتى تؤدى إلى سيادة الجليد على سطح الأرض .

ومـــن هـــنا نستطيع القول أن الميزانية الحرارية للأرض ظلت ثابتة تقريباً من سنة إلى أخرى باستثناء فترات الجليد ، وبهذه الكيفية وحدها ظلت حرارة جو الأرض ملائمة للحياة ، فلو فرض وكان مكسبها الحرارى أكثر دائماً من خسارتها لتزايدت بمرور الزمن حرارة سطحها وجوها بدرجة قد تـــؤدى إلى عدم امكان ظهور الحياة ، ولو فرض من ناحية أخرى وحدث العكـــس لتناقصت الحرارة بمرور الزمن ووصلت البرودة إلى حد لا يسمح بقيام الحياة .

الفصل الثالث

أجهزة الرصد الجوى لعناصر المناخ المختلفة

الفصل الثالث

أجهزة الرصد الجوى لعناصر المناخ المختلفة

أولاً : قياس درجة الحرارة :

تعتـبر الحرارة هى قوة الطاقة الموجودة فى أى جسم ، وبزيادة تلك الطاقــة ترتفع حرارة الجسم المعرض لها ، ويعتبر عنصر الحرارة من أهم عناصر المناخ والتى تتحكم فى توزيع الحياة على سطح الأرض عند توافر المـياه ، كما أنه ذلك العنصر الذى ترتبط به باقى عناصر المناخ وذلك اما بطريقة مباشرة أو غير مباشرة ، فنتيجة لاختلاف درجة الحرارة على سطح الأرض مــن مكــان لآخــر ومن وقت لآخر أو من فصل لآخر ، فان هذا الاختلاف ينعكس فى توزيع الضغط الجوى ، والذى يتحكم بدوره فى توزيع الرياح ونظام هبوطها ، وما يرتبط بها من حركة السحاب وسقوط الأمطار أو الـثلوج ، كما أن الحرارة هى التى تسبب انطلاق بعض ذرات الماء من المسـطحات المائية أو من سطح التربة وأوراق النباتات فيما يعرف ببخار الماء ، والذى يتكاثف ليكون السحاب الذى يسبب التساقط أو ينتج عنه بعض أنــواع التكاثف الأخرى مثل الندى والصقيع والضباب وغيرها ، وذلك عند انخفاض درجة حرارة الهواء الحامل لبخار الماء .

وبذلــك نجد أن درجة الحرارة من أهم عناصر المناخ الذى يجب أن يهتم الباحثين بدراستها ليس فى دراسة علم المناخ فقط ، ولكن فى كثير من

العلــوم الأخرى المتصلة بها ، ويلزم الباحث لقياس درجة الحرارة استخدام عدة أجهزة من أهمها :

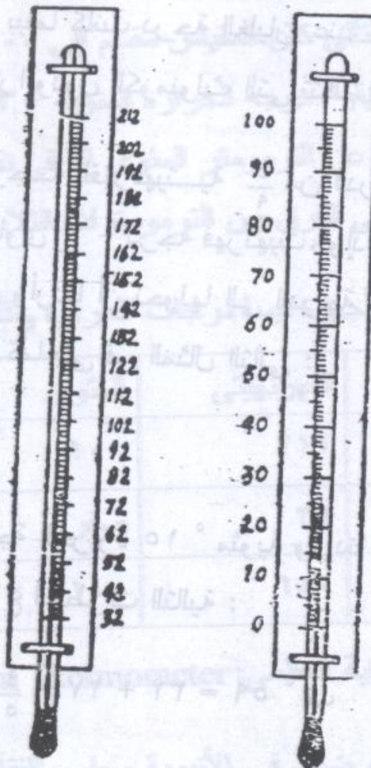
١ – الترمومتر **Thermometer**:

وهــو جهــاز بســيط يتكون من أنبوبة زجاجية ، أحد طرفيها كروى الشــكل، تملىء هذه الأنبوبة بسائل ، ويستخدم لذلك الزئبق الذى يخزن فى خــزان فـــى الطرف الكروى ومع ارتفاع درجة الحرارة يتمدد الزئبق فى داخــل الأنبوبة ، ومع انخفاض درجة الحرارة ينكمش الزئبق مرة ثانية ، وقــد تــم تحديد ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة على أساس أنه تم تحديد مكان درجة حرارة تجمد الماء واعتبرت هذه النقطة بالأنبوبة تمثل درجة الصفر المئوى ، كما تم تحديد ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة عند درجة غليان الماء ، وبذلك أخذت هذه النقطة للدلالة على درجة الغليان ١٠٠ درجة مئوية ، ثم قسمت المسافة بين النقطتين إلى مائة قسم وتنقسم الترمومترات المستخدمة فى قياس درجة الحرارة إلى :

أ- الترمومتر المئوى **Celsius scale** :

وهــو ذلك الترمومتر الذى اخترعه العالم السويدى أندرزسلسيوس Anders Celsius فـــى عام ١٧٤٢ م ، وهو ذلك الترمومتر الذى يتدرج بيــن درجـــة الصفر المئوى الممثلة لدرجة تجمد الماء ودرجة ١٠٠ درجة مئوية أو درجة غليان الماء السابق ذكرها ، وقسمت المسافة بين الدرجتين إلـــى ١٠٠ قسم ، ويستخدم هذا الترمومتر فى قياس درجة الحرارة فى كل

دول أوروبـــا عـــدا إنجلـــترا كما يستخدم فى القياس فى محطات الأرصاد المصرية (الشكل رقم ١١)



(شكل ١١)

ب – الترمومتر الفهرنهيتى Fahrenheit scale :

وكـــان هذا الترمومتر أسبق فى استخدامه من الترمومتر المئوى ، حيث اخترعه عالم الطبيعة الألمانى دانيل فهرنهيت Daniel Fahrenheit فـــى عـــام ١٧١٠ م ، وقد حدد هذا العالم درجة التجمد فى هذا الترمومتر بدرجة ٣٢ ° مئوية بينما كانت درجة الغليان عند ٢١٢ ° مئوية ، ويستخدم هذا الجهاز فى انجلترا ودول الكومنولث التى تتكلم اللغة الانجليزية تقريباً .

وتمـــثل الدرجـــة الفهرنهيتـــية $\frac{٥}{٩}$ من الدرجة المئوية ، وعليه فان الدرجـــة المئوية تساوى $\frac{٩}{٥}$ درجة فهرنهيت، وإذا كانت درجة الحرارة تم قياسها بأى الدرجتين وأردنا أن نحولها إلى الدرجة إلى الدرجة الأخرى كان ذلك من السهل عمله كما يلى فى المثال التالى :

مثال :

إذا كانت درجة الحرارة ١٥ ° مئوية وأردنا أن نحولها إلى درجات فهرنهيتية ، فعلينا اتباع الخطوات التالية :

١٥ ° م × $\frac{٩}{٥}$ = ٢٧ + ٣٢ = ٥٩ ° ف

أما إذا كانت درجة الحرارة ٥٩ ° فهرنهيت ، وأردنا أن نحولها إلى درجات مئوية ، علينا اتباع الخطوات التالية :

٥٩ ° ف – ٣٢ = ٢٧ × $\frac{٥}{٩}$ = ١٥ ° م

إلــى جانــب هذين الترمومترين يوجد جهاز قياس آخر يستخدم فى قــياس درجــة الحــرارة المطلقة Absolute Temperature فى طبقات الغلاف الجوى العليا ، ويعرف هذا المقياس بمقياس كلفن Kelvin Scale، وقــد حددت درجة التجمد فى هذا المقياس بــ ٢٧٣ ° كلفية ، بينما درجة الغليان تبلغ ٣٧٣ ° وبالتالى كان المقياس مقسم إلى ١٠٠ درجة أيضاً وعليه فان درجة الحرارة الكلفية = درجة الحرارة المئوية + ٢٧٣ ° ، وعلى ذلك لا يخــتلف هــذا المقياس عن الترمومتر المئوى إلا فى نقطة البداية ٢٧٣ ° ، ويتضح من الجدول التالى الفرق بين الترمومترات الثلاث .

جدول رقم (٤) أجهزة قيسا درجات الحرارة والفروق بينهما

وجه المقارنة	الفهرنهيتى	المئوى	الكلفنى
درجة الغليان	٢١٢	١٠٠	٣٧٣
درجة التجمد	٣٢	صفر	٢٧٣
الفرق	١٨٠	١٠٠	١٠٠

جـ - ترمومتر النهاية العظمى: Maximum Thermometer

يتميز بوجود جزء ضيق فى الأنبوبة مجاور للفقاعة مباشرة ، يسمح هــذا الجزء الضيق بمرور الزئبق من الفقاعة إلى الأنبوبة ، ولكنه لا يسمح لــه بالعودة من الأنبوبة إلى الفقاعة مرة أخرى ، معنى ذلك أنه مع ارتفاع درجة الحرارة ينطلق الزئبق من الفقاعة إلى الأنبوبة ليصل إلى أقصى مدى تمــدد له مــع أعلى درجة حرارة ، ولكنه لا يستطيع العودة إلى الفقاعة إذا

انخفضت درجة الحرارة ، ويجب أن يوضع الترمومتر فى كشك الرصد بحيث تكون القفاعة فى وضع أعلى عن الأنبوبة قليلاً ، ولإعادة الزئبق للقفاعة يطرق طرقاً خفيفاً.

د – ترمومتر النهاية الصغرى : Minimum Thermometer

يستخدم فى الأنبوبة خارج القفاعة فى هذا الترمومتر قضيب زجاجى صغير وسائل غير الزئبق وذلك لعدة أسباب أهمها :

١- أن الزئبق يتجمد عند درجة حرارة -٣٩,٣ ° درجة مئوية .

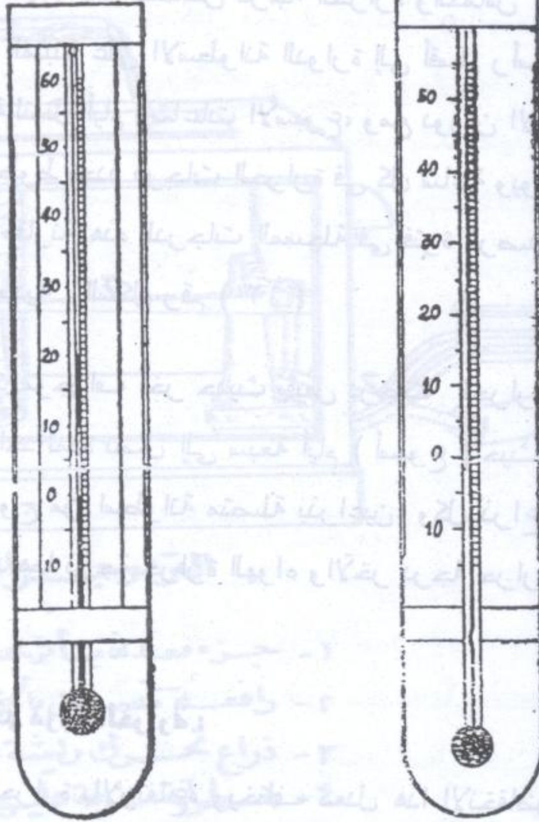
٢- أن الزئبق متماسك وليس شفافاً فلا يمكن رؤية ما بداخله .

٣-الزئبق لا يسمح لقضيب الزجاج بالثبات بل سوف يحركه مع تمدده أو انكماشه.

وقد استخدم الكحول بدلاً من الزئبق للأسباب السابقة ، والذى عندما تنخفض درجة الحرارة ينكمش ويدخل إلى القفاعة ويسحب معه القضيب الزجاجى نحو القفاعة ، فاذا ما تمدد الكحول مرة ثانية مع ارتفاع الحرارة يثبت القضيب الزجاجى مكانة عند النقطة التى تسجل أخفض درجة حرارة فى أثناء فترة الرصد ، ومما يساعد على ذلك أن الترمومتر توضع قفاعته فى وضع أخفض عن الأنبوبة قليلاً . الشكل رقم (١٢)

٣ – الترموجراف Thermograph:

هو جهاز يسجل درجة الحرارة لمدة زمنية متصلة تبلغ أسبوعاً، وأشهر أنواعه استخداماً ذلك الترموجراف الذى يتكون من اسطوانة تملأ


ترمومتر النهاية العظمى
ترمومتر النهاية الصغرى
50
40
30
20
10
0
10
60
50
40
30
20
10
0
10

شكل (١٢)

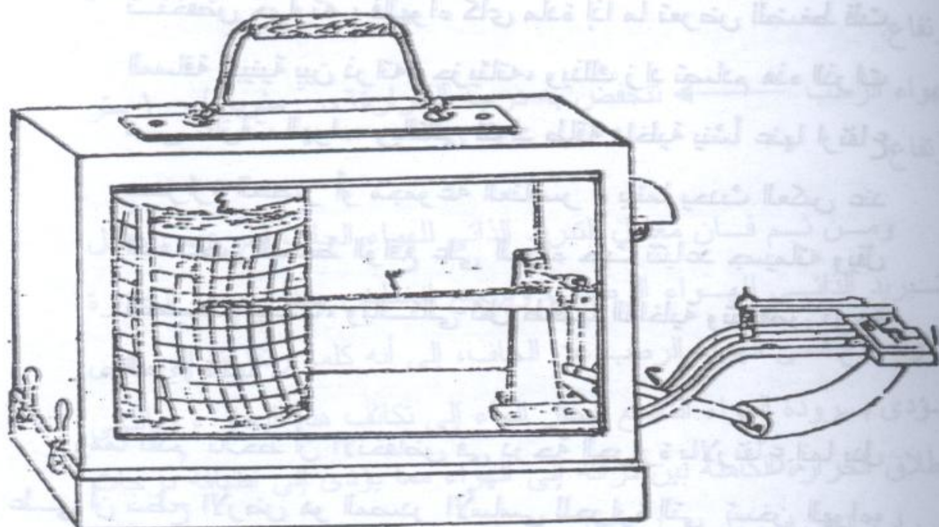
بســائل عادة ما يكون الزئبق مثبتة خارج الجهاز حتى يتأثر السائل بدرجة حرارة الجو، فإذا ارتفعت درجة الحرارة تمدد السائل فى الاسطوانة فيتحرك المؤشــر المتصل بها ليرسم خطوطاً على ورقة المربعات على الاسطوانة الدوارة ويحدث نفس الشىء عند انخفاض درجة الحرارة وانكماش السائل، وتقسم ورقة المربعات المثبتة على الاسطوانة الدوارة إلى أقسام رأسية تمثل درجــة الحرارة وأفقية لتمثل أيام وساعات الأسبوع، ومع دوران الاسطوانة يرســم على الورقة خطوط تحدد درجات الحرارة فى كل ساعة ويوم خلال الأســبوع ، ويمكــن مقارنة هذه الدرجات المسجلة فى فترة الرصد بما تم قياسه بالترمومترات العادية . الشكل رقم (١٣)

كمــا أنه يوجد ترموجراف آخر حديث يقيس درجات الحرارة لأكثر من عنصر فى وقت واحد لمدة تصل إلى سبعة أيام (أسبوع) حيث يتكون الــترموجراف المــزدوج من اسطوانة متصلة بذراعين، وكل ذراع ينتهى بريشة بحيث يسجل احداهما درجة حرارة الهواء والآخر درجة حرارة الماء أو التربة أو غيرهما .

ـ التغير الرأسى فى درجة الحرارة :

تــنخفض درجة الحرارة بالارتفاع، ويختلف معدل هذا الانخفاض تبعاً للحالــة الجويــة الســائدة وتــبعاً للارتفاع ويرجع ذلك للأسباب الثالثة الرئيسية التالية :

١- البعد عن المصدر الرئيسى المباشر للحرارة وهو سطح الأرض والتى تمد الهواء بالحرارة .



الترموجـــراف

١- جـزء معدني يتأثر بحرارة الجـو.
٢- رافعــة تتصـــل بالجزء المعــدني.
٣- ذراع تحـــرك ريشة على الاسطوانة.
٤- اسطوانة ملفوفة عليها ورقـــة.

شكل (١٣)

٢- قلة المواد العالقة بالهواء (الغبار وبخار الماء) فكلما بعدنا عن سطح الأرض على اعتبار أنه هو المصدر الرئيسى لهذه المواد ، ويتوقف عليه قلة الاشعاع الذاتى للهواء بالارتفاع .

٣ - تخلل الهواء كلما ارتفعنا إلى أعلى وقلة الضغط به وبالتالى تنخفض حرارته ، فالهواء كأى مادة إذا ما تعرض للضغط قلت المسافة البينية بين ذراته وجزيئاته، وبذلك زاد تصادم هذه الذرات فى غازات الهواء، وبالتالى تتولد طاقة داخلية ينشأ عنها ارتفاع حرارة العنصر أو مجموعة العناصر ، بينما يحدث العكس عند انخفاض الضغط الواقع على الهواء حيث تتباعد جسيماته ويقل التصادم بينها، وبالتالى تقل طاقتها الداخلية وتنخفض درجة الحرارة بها .

ومما تقدم نلاحظ أن الانخفاض فى درجة الحرارة بالارتفاع إنما يدل على أن سطح الأرض هو المصدر الأساسى للحرارة التى تسخن الهواء، ولو أن مصدر التسخين هو أشعة الشمس، والتى تقوم بتسخين الهواء فى طبقات الجو العليا بطريق مباشر أثناء مرورها فى رحلتها نحو سطح الأرض، إلا أن الهواء فى طبقات الجو العليا ذو قدرة محددة على امتصاص أشعة الشمس، بينما على العكس من ذلك فى طبقات الجو السفلى حيث تكثر العوالق (الغبار وبخار الماء) والتى تستطيع أن تمتص كمية أكبر من أشعة الشمس كما سبق ذكره .

يعــرف معــدل انخفاض الحرارة فى الغلاف الجوى بالارتفاع باسم معدل التبريد الذاتى Adibtic Rate ويختلف هذا المعدل فى الهواء الجاف عنه فى الهواء المشبع ببخار الماء على النحو التالى :

الهواء الجاف ←——— تنخفض به درجة الحرارة ١° مئوية / ١٠٠ متر ارتفاع.

الهواء الرطب ←——— تنخفض به درجة الحرارة٦،. ° مئوية /١٠٠ متر ارتفاع.

ومــن ثــم فــان معامل التبريد الذاتى للهواء الجاف أسرع من معدل التــبريد الذاتــى للهــواء الرطب ، ويرجع انخفاض معدل درجة الحرارة بالارتفــاع فــى الهواء الرطب عن الجاف، إلى أنه كلما ارتفاعنا إلى أعلى تــؤدى بــرودة الهواء المشبع ببخار الماء إلى تكاثف هذا البخار ، وبالتالى انطلاق الحرارة الكامنة بين ذراته إلى الهواء مما يؤدى إلى اضافة درجات حــرارة إليه من بخار الماء فتظل درجة حرارة الهواء المشبع ببخار الماء أعلى منها فى الهواء الجاف .

- الانقلاب الحراري :

قــد يحــدث فى بعض الأحيان ولظروف خاصة انقلاب حرارى فى الجــو، أى أن تــزيد درجــة الحرارة بالارتفاع ، وقد تحدث هذه الظاهرة بالقــرب من سطح الأرض أو قد تحدث فى طبقات الجو العليا ، ولكن فى الغالب لا تحدث هذه الظاهرة حتى مستوى ارتفاع معين لا يتعدى فى معظم

الحـــالات واحد كيلو متر فوق سطح الأرض ، ثم تعود درجة الحرارة بعد هذا المستوى فى الانخفاض مرة ثانية مع الارتفاع ، وغالبا ما تحدث ظاهرة الانقلاب الحرارة فوق الأحواض المغلقة المحاطة بالمرتفعات فى أثناء الليل ، ومن الأسباب التى تنتج عنها هذه الظاهرة ما يلى :

١- البرودة الشديدة التى تصيب سطح الأرض أثناء الليل ، ويرجع ذلك إلى زيادة معدلات الاشعاع الأرضى أكثر من الاشعاع الذاتى للجو .

٢- انسياب تيارات سطحية من الهواء البارد إلى المنطقة كما يحدث فى الأوديـــة لـــيلاً عـــندما تـــنزلق كميات من الهواء البارد من أعلى المرتفعات إلى بطون هذه الأودية فيما يعرف باسم نسيم الجبل .

٣- عندما يكون سطح الأرض فى المنطقة مكسواً بالجليد .

٤- تحـــدث هـــذه الظاهرة أيضاً فى الهواء الذى يعلو سطح التيارات البحرية الباردة .

هـــذه العوامل مجتمعة تساعد على برودة الطبقات السفلى من الهواء وانخفاض درجة حرارتها عن حرارة الطبقات التى تعلوها ، ومن أجل ذلك يحـــدث انقـــلاب حـــرارى بحيث تزيد درجة الحرارة كلما بعدنا عن سطح الأرض ، ولكن يحدث هذا غالباً عند مستوى محدد ، ينتهى عنده تأثير تلك الظروف وتعود الحرارة فى طبقات الجو للانخفاض كلما ارتفعنا لأعلى .

- التغير الأفقى فى درجة حرارة الجو :

يقصد بالتغير الأفقى فى حرارة الهواء اختلاف حرارته من منطقة إلى أخرى أو من مكان لآخر على سطح الأرض، ويعتبر التغير الأفقى فى حرارة الجو أقل انتظاماً من التغير الرأسى، وذلك لتعدد العوامل التى تؤثر فى توزيع الحرارة على أجزاء سطح الأرض المختلفة ومن هذه العوامل ما يلى :

١ - موقع المكان بالنسبة لخط العرض :

بناءاً على هذا الموقع يتحدد الزاوية التى تسقط بها أشعة الشمس على سطح الأرض ،وبذلك يتم تحديد طول الليل والنهار فى الفصول المختلفة، فعند خط الاستواء تسقط الأشعة عمودية على سطح الأرض فى معظم أيام السنة، ولكن كلما اقتربنا من الدائرتين القطبيتين على كلا نصفى الكرة شمالها وجنوبها فإن هذه الأشعة تسقط مائلة جداً خصوصاً فى نصف السنة الشتوى ، بينما يقل معدل ميلها فى نصف السنة الصيفى .

٢- الاختلاف بين اليابس والماء فى اكتساب وفقدان الأشعة :

يرجع السبب فى هذا الاختلاف ما بين اليابس والماء ما يسببه من اختلاف أثر كل منهما على تباين حرارة الهواء للأسباب الآتية :

أ-يعود السبب الأساسى لهذا الاختلاف إلى ما تتميز به المياه من الطبيعة السائلة، مما يجعل حركات الماء سواء كانت

الأمـــواج أو التيارات البحرية أو المد والجزر تعمل على إعادة توزيـــع الحرارة على سطوح أكبر من الماء وعدم حفظها فى جزء محدد كما هو الحال فى اليابس .

ب- بســبب شــفافية الماء فان أشعة الشمس تستطيع أن تنفذ خلاله بسرعة ، ويؤدى ذلك إلى توزيع أشعة الشمس فى طبقة ســميكة من الماء بينما تتركز أشعة الشمس فوق طبقة سطحية رقيقة من اليابس .

جـــ - الاخـــتلاف الواضح فى الحرارة النوعية (*) لكل من اليابس والماء ، فالحرارة النوعية من اليابس تعادل ٠,٦ درجة مــئوية بيــنما تعادل فى الماء ١ ° مئوية ويعنى ذلك أن الماء يحتاج إلى كمية من الطاقة أكبر من اليابس ، ومن ثم فإن اليابس يمــتص الحــرارة بمعدل أسرع مما يمتصها الماء، ولذلك فان الــيابس تــرتفع درجة حرارته أسرع فى النهار وتنخفض فى اللــيل، علـــى العكــس من الماء الذى يكتسب حرارته ببطىء ويفقدها ببطىء أيضاً.

د - إن صافى الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى اليابس ويعمل علـــى رفـــع حرارته يكون أكبر من الصافى الذى يصل إلى ســطح الماء ويعمل على رفع حرارته، وذلك لأن سطح الماء

---

* الحرارة النوعية : هى مقدار الطاقة اللازمة لتسخين جرام واحد من المادة بقدر درجة واحدة مئوية

يعكـس كمية أكبر من الاشعاع لأنه سطح لامع يعكس سطح الـيابس المعـتم إلى جانب ما يفقد على سطح الماء فى تبخير نسـبة من الماء أكثر من اليابس ، هذا إلى جانب ما يفقد من اشعاع فوق الماء أكبر من فوق اليابس بزيادة نسبة بخار الماء فوق سطح الماء .

ـ توزيع الحرارة والمناطق الحرارية :

من أهم الصفات العامة للتوزيع السنوى لخطوط الحرارة المتساوية فى العـالم هـى أنهـا تـتجه بصورة عامة من الغرب إلى الشرق مع خطوط العرض، ومن ثم فان العامل الأساسى الذى يؤثر فى توزيع درجة الحرارة فـوق سطح الأرض هو خطوط العرض مع بعض الفروق وتتميز خطوط الحرارة المتساوية بالصفات الآتية :

١- تظهر خطوط الحرارة المتساوية السنوية أكثر استقامة وأقل تعرجاً فـى نصف الكرة الجنوبى عنها فى نصف الكرة الشمالى، و يرجع هـذا إلى أن مظاهر السطح فى النصف الجنوبى أكثر فى تجانسها عـنها فـى نصف الكرة الشمالى ، ويرجع ذلك إلى قلة المساحات اليابسة بينما تزيد المساحات المائية فى نصف الكرة الجنوبى .

٢- تقـل درجة الحرارة بصفة عامة كلما بعدنا عن خط الاستواء نحو القطبيـن، كمـا نلاحظ أن خطوط الحرارة المتساوية تتعرج فوق القارات والمحيطات، ولكن تعرجها يزيد بصفة عامة كلما بعدنا عن

خـط الاسـتواء واتجهـنا نحو القطبين نظراً للاختلاف فى توزيع الحرارة بين اليابس والماء فى هذا الاتجاه .

٣- تـتعرج خطوط الحرارة المتساوية بصورة أوضح فى نصف الكرة الشـمالى حيث توجد نسبة كبيرة من اليابس عنها عن مثيلاتها فى نصف الكرة الجنوبى حيث تكون السيادة للماء .

٤- يقـل تعـرج خطوط الحرارة المتساوية والتى توجد فى العروض العلـيا فـى نصـف الكـرة الجنوبى حتى لا تكاد تتفق مع دوائر العرض، ويرجع ذلك إلى قلة اليابس أو انعدامه، وبالتالى فان هذه الخطوط تمتد فوق سطح متجانس من مياه المحيط .

سـجلت أعلى درجة حرارة فى عين صالح فى الجزائر ٥٦ ° مئوية وفـى العزيزية فى ليبيا ٥٨ ° مئوية، وقد ذكر رومنى Rumny أن درجة حـرارة الصحراء الكبرى بين الساعة الواحدة والثالثة بعد الظهر تصل إلى ٨٥ ° مـئوية ولكـن أقـل درجـة حـرارة سـجلت فى محطة أويمكين Oimekon فى شرق سيبريا (ــ٧٦ ° مئوية) .

يـزيد التغـير فـى درجات الحرارة مع الخطوط العرضية الأكثر وضوحاً فى يناير عنه فى يوليو وخاصة فى النصف الشمالى بحيث تتقارب خطـوط الحرارة المتساوية من بعضها البعض فى ذلك الفصل ، وقد أثبتت الدراسـات المناخـية الحديثة أن المناخ لا يتمشى فى كثير من الأحيان مع خطوط العرض .

ثانياً : الضغط الجوى والرياح : Atmospheric pressure and wind

أولاً : الضغط الجوى :

الضغط الجوى عبارة عن القوة الناتجة عن ضغط الهواء أو ثقله (أى وزن عمــود الهــواء)، ويتغــير هذا الثقل من وقت لآخر وذلك لارتباطه بالحرارة ارتباطاً وثيقاً ، ولكن الانسان لا يشعر بهذا التغير كثيراً كما يشعر بتغــيرات عناصــر المناخ الأخرى ، أى أنه أيضاً وزن عمود الهواء فوق وحدة مساحية محددة وهى فى العادة السنتيمتر المربع .

- أجهزة قياس الضغط الجوى :

تستخدم لذلك ثلاثة أنواع من الأجهزة لقياس الضغط الجوى هى :

١- البارومتر الزئبقى .

٢- البارومتر المعدنى .

٣- الباروجراف .

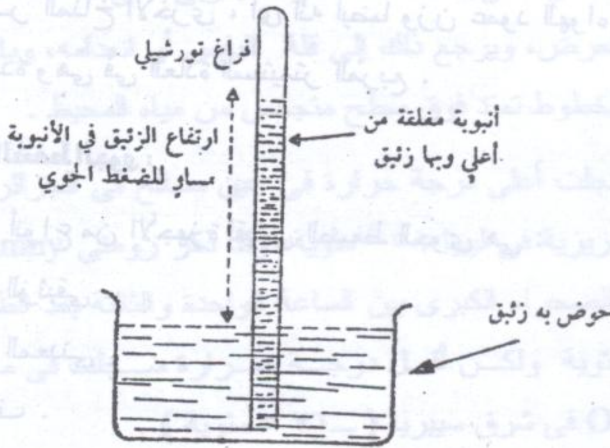
أولا : البارومترات الزئبقية : The Mercurial Barometers

ويوجد عدد من هذه البارومترات من أقدمها وأدقها استخداماً بارومتر تورشيلى .

١-بارومتر تورشيلى :

اخــترعه تورشــيلى عام ١٦٤٣ م وهو عبارة عن أنبوبة زجاجية طولهــا حوالــى ثلاثــة أقدام تملأ بالزئبق ، يتم قلب هذه الأنبوبة ووضع

فتحتها فى اناء مملوء بالزئبق ، وبذلك يتدفق الزئبق من الأنبوبة فى الاناء، ويصبح ارتفاع الزئبق فى الأنبوبة معبراً عن قوة الضغط الواقع على سطح الزئبق فى الاناء ، فاذا زاد الضغط ارتفع الزئبق فى الأنبوبة والعكس إذا قل الضغط انخفض الزئبق فى الأنبوبة (الشكل رقم ١٤) ويعتبر هذا الجهاز البسيط الأساس الذى صممت على اساسه الأجهزة الحديثة أى أنها تحسينات له .

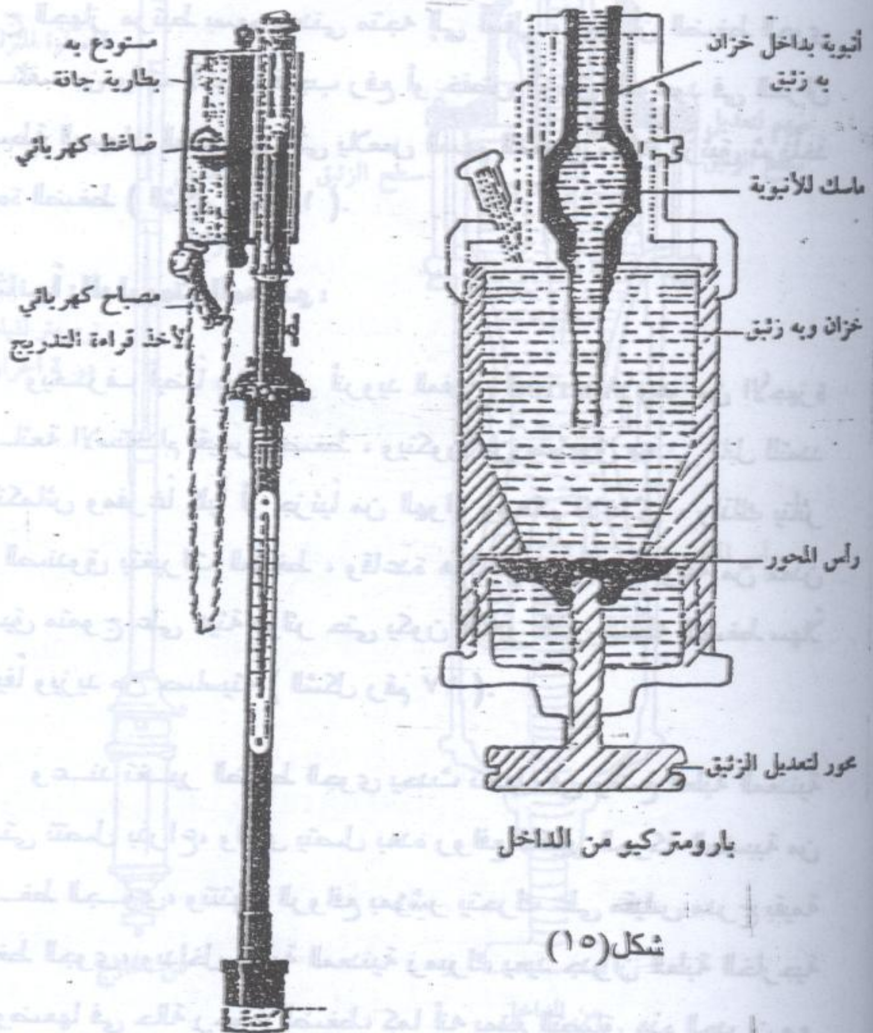


شكل(١٤)

٢- البارومتر ذو الخزان الثابت (بارومتر كيو) :

ويتكون الجهاز من أنبوبة من الزجاج وخزان محفوظين فى غلاف معدنى لحمايتهم ، ويمنع الزئبق من الانسكاب خارج الخزان بواسطة وردة جلدية ، يركب على الغلاف النحاسى ترمومتر مثبت ، وتدرج لقياس

الضغط " ورنية " مع المسمار العلوى ، حلقات الاتزان وذراع لتثبيت الجهاز الذى يتدلى منه الشكل رقم (١٥).



بارومتر كيو من الخارج

بارومتر كيو من الداخل

شكل(١٥)

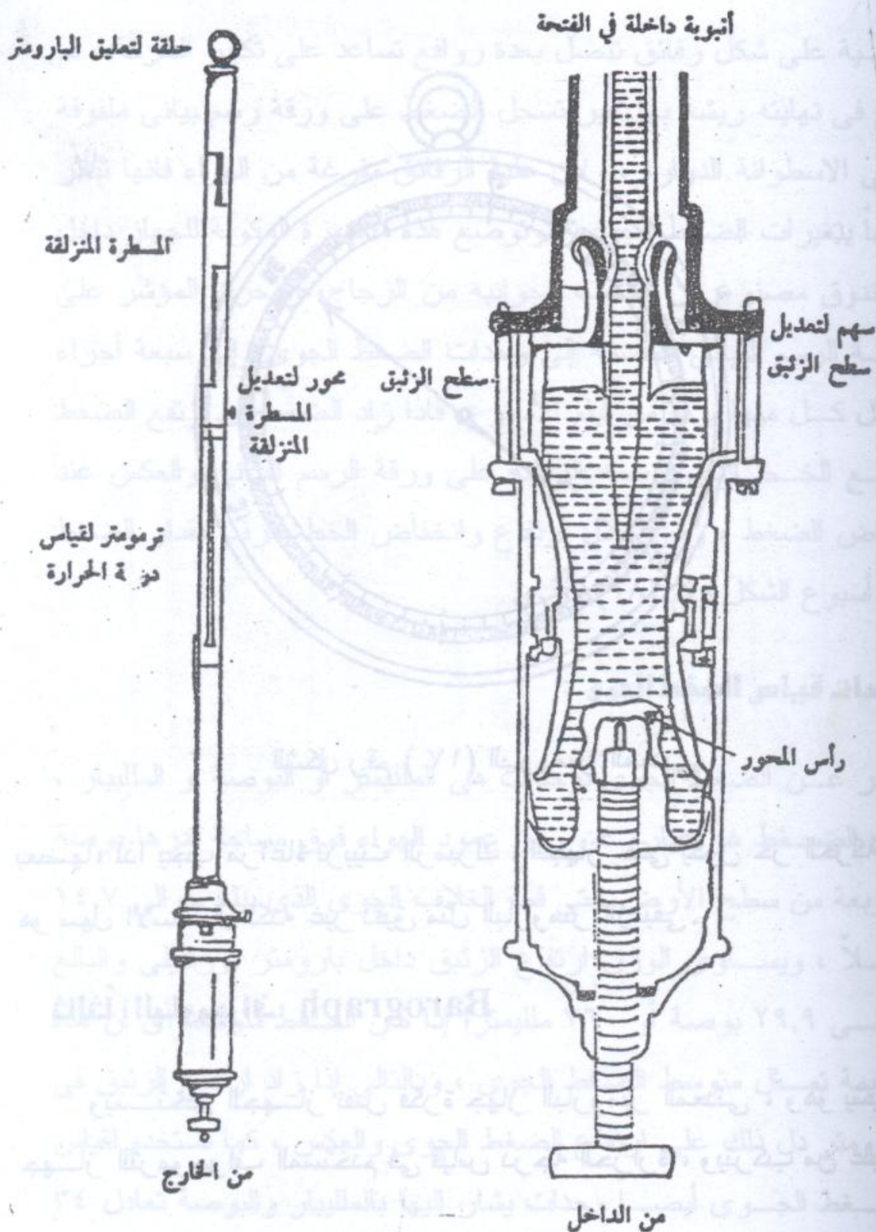
٣- بارومتر فورتن :

وهو عبارة عن خزان متحرك مكون من كيس من الجلد ويمكن ضغط الخـــزان مـــن الخارج برفعه أو خفضه بواسطة مسمار محورى ، وصفر تدرج الجهاز مرتبط بسهم معدنى متجه إلى أسفل ، وبما أن الضغط الجوى يخـــتلف من وقت لآخر ، فيجب رفع أو خفض الزئبق الموجود فى الخزان بواسطة المسمار المحورى حتى يلامس السهم المعدنى سطح الزئبق ثم تأخذ قراءة الضغط (الشكل رقم ١٦).

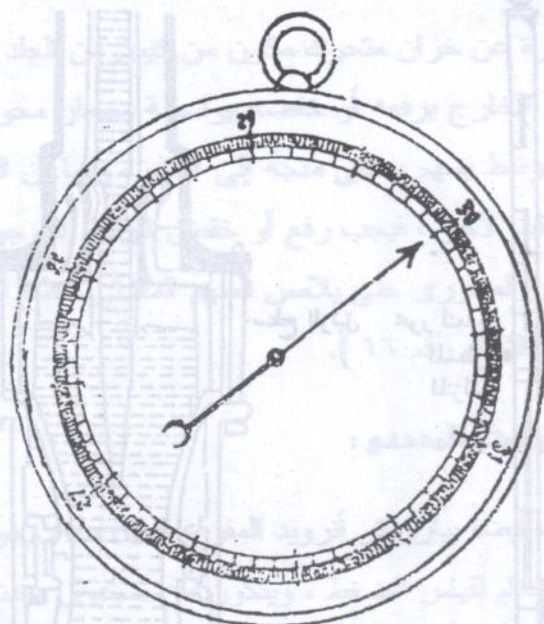
ثانياً : البارومتر المعدنى :

ويعـــرف أيضاً ببارومتر أنرويد المفرغ Aneriod وهو من الأجهزة الشـــائعة الاستخدام لقياس الضغط ، ويتكون من صندوق معدنى قابل للتمدد والانكماش ومفرغاً كلياً أو جزئياً من الهواء ومحكم الاغلاق ، ولذلك يتأثر هذا الصندوق بتغيرات الضغط ، وقاعدة هذا الصندوق مصنوعة من معدن رقـــيق متموج على هيئة دوائر حتى يكون التغير الذى يسجله الضغط سهلاً وخفيفاً ويزيد من حساسيته (الشكل رقم ١٧).

وعـــند تغـــير الضغط الجوى يحدث تعديل فى وضع العلبة المعدنية والـــتى تتصل بذراع، والذى يتصل بعده روافع لتكبير الحركة المتسببة من الضـــغط الجـــوى، وتنتهى الروافع بمؤشر يتحرك على مقياس مدرج بقيمة الضغط الجوى، وبداخل العلبة المعدنية زمبرك يعيد جدران العلبة الخارجية إلى وضعها فى حالة رجوع الضغط، كما أنه يمنع التصاق هذه الجدران مع



الشكل رقم(١٦) بارومترفورتن



الشكل رقم (١٧) البارومتر المعدني

بعضها، لذا يجب مراعاة تزييت الزمبرك والجهاز حتى يكون حر الحركة، هو سهل الاستعمال لكنه غير دقيق مثل البارومتر الزئبقى.

ثالثاً : الباروجراف: Barograph

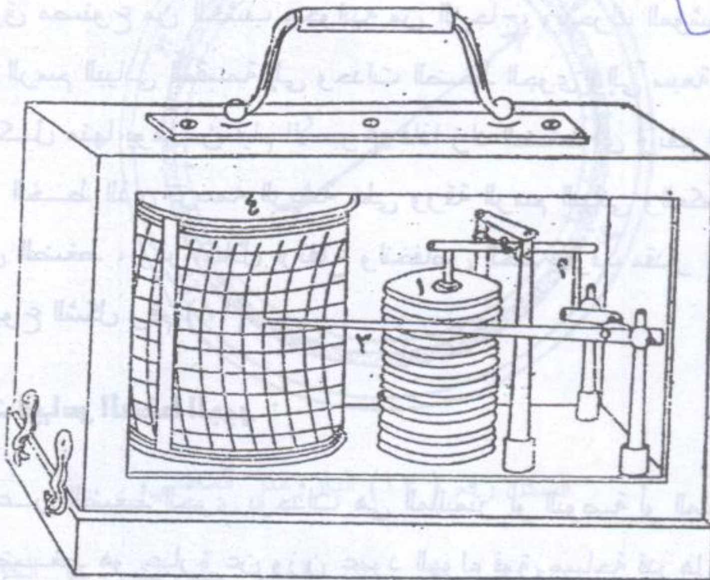
ويستخدم الجهاز نفس فكرة جهاز البارومتر المعدنى ، وهو يشبه جهاز الترموجراف المستخدم فى قياس درجة الحرارة ، ويتركب من علبة

معدنـــية على شكل رقائق تتصل بعدة روافع تساعد على تكبير الحركة ، ثم ذراع فى نهايته ريشة بها حبر تسجل الضغط على ورقة رسم بيانى ملفوفة علـــى الاسطوانة الدوارة ، ولأن علبة الرقائق مفرغة من الهواء فانها تتأثر سريعاً بتغيرات الضغط الجوى ، وتوضع هذه الأجهزة المكونة للجهاز داخل صـــندوق مصنوع من الخشب وجوانبه من الزجاج، ويتحرك المؤشر على ورقـــة الرسم البيانى المقسمة إلى وحدات الضغط الجوى وإلى سبعة أجزاء يمـــثل كـــل منها يوماً من ايام الأسبوع، فاذا زاد الضغط أى ارتفع الضغط ارتفـــع الخـــط الذى ترسمه الريشة على ورقة الرسم البيانى والعكس عند انخفاض الضغط ، ومن خلال ارتفاع وانخفاض الخط يعرف مقدار الضغط لمدة أسبوع الشكل رقم (١٨).

-وحدات قياس الضغط الجوى :

يعـــبر عـــن الضغط الجوى بوحدات هى المليمتر أو البوصة أو المليبار ، ولأن الضـــغط هو عبارة عن وزن عمود الهواء فوق مساحة قدرها بوصة مـــربعة من سطح الأرض حتى قمة الغلاف الجوى الذى يبلغ حوالى ١٤,٧ رطـــلاً ، ويســـاوى الوزن ارتفاع الزئبق داخل بارومتر تورشيلى والبالغ حوالـــى ٢٩,٩ بوصة أو ٧٦٠ ملليمتراً إذا كان الضغط متوسط أى أن هذه القـــيمة تمـــثل متوسط الضغط الجوى ، وبالتالى إذا زاد ارتفاع الزئبق فى البارومتر دل ذلك على ارتفاع الضغط الجوى والعكس ، كما تستخدم لقياس الضـــغط الجـــوى أيضـــاً وحدات يشار اليها بالمليبار والبوصة تعادل ٣٤

ملليـبار تقريـباً، وإذا كـان متوسط الضغط الجوى عند سطح البحر يعادل ٢٩,٩٢ بوصة أو ٧٦٠ ملليمتر فانه يعادل حوالى ١٠١٣,٢ ملليبار.



الباروجراف

١- الرقائق المعدنية التى تتأثر بالضغط الجوى
٢- الرافعة المتصلة بالرقائق.
٣- الذراع.
٤- الاسطوانة الدوارة التى يرسم عليها منحنى الضغط

الشكل رقم (١٨).

ـ العوامل التى تؤثر فى الضغط الجوى :

١- درجة الحرارة:

يتناسب الضغط الجوى تناسباً عكسياً مع درجة الحرارة فكلما ارتفعت درجـة الحرارة زاد تمدد الهواء مما يزيد تخلله ، وبالتالى تقل كثافته ويقل وزنه وعليه يصبح ضغطاً منخفضاً والعكس، وبذلك يرتبط الضغط ارتباطاً وثـيقاً بالحـرارة لأنها هى السبب فى اختلاف نطاقات الضغط على سطح الأرض .

٢- كمية بخار الماء فى الهواء :

توجـد كذلك علاقة عكسية بين كمية بخار الماء بالهواء وبين الضغط الجوى ، حيث أن بخار الماء أخف وزناً من الهواء فى طبقات الجو السفلى، فاذا زادت كمية بخار الماء فى الهواء ينخفض الضغط الجوى والعكس .

٣ - الارتفاع عن سطح البحر :

بمـا أن الضـغط هو وزن عمود الهواء من سطح البحر حتى نهاية الغـلاف الجوى ، ولأن الجزء السفلى من الغلاف الجوى هو أثقل أجزائه ، فإنه مع الارتفاع عن سطح الأرض يقل وزن عمود الهواء وبالتالى ينخفض الضغط الجوى.

ولـتلافى بعض أخطاء أجهزة قياس الضغط الجوى يجب إتباع بعض الاحتياطات الواجب توافرها فى أجهزة قياس الضغط الجوى :

١- يوضع بعيداً عن أشعة الشمس المباشرة .

٢- يوضع بعيداً عن التيارات الهوائية وبعيداً عن الاهتزازات لذلك يجب وضعه فى وسط السفينة .

٣- يوضع الجهاز بعد حمله فى صندوق خاص به .

٤- تنظيف وتزييت جهاز البارومتر المعدنى والباروجراف من وقت لآخر .

٥- وضع الجهاز فى مكان تستقر فيه الحرارة .

ورغم هذه الاحتياطيات إلا أنه تحدث بعض الأخطاء والتى يجب أن يتم تصحيحها عند قراءة البارومتر وذلك من خلال مجموعة من الجداول وتتمثل هذه الأخطاء فيما يلى :

أولاً : خطأ الجهاز :

ويمثل ذلك خطأ فنى ذو قيمة ثابتة نتيجة عملية التصنيع ، ويتم التعرف على هذا الخطأ بمقارنته بجهاز بارومتر معيارى (بارومتر تورشيللى) ويوضع لذلك جدول يتم الرجوع اليه عند أخذ القراءات .

ثانياً : درجة الحرارة :

يصاحب كل تغير فى درجة حرارة الهواء تغير فى كثافته نتيجة تمدده وانكماشه ، وكما سبق القول فان ذلك يؤدى إلى ارتفاع وانخفاض الزئبق فى البارومتر مع ثبات الضغط الجوى ، ومن أجل توحيد قيم الضغط الجوى فقد أخذت درجة الصفر المئوى (٣٢ ° ف) لكل البارومترات الزئبقية ، وعند

هذه الدرجة تصبح كثافة الزئبق ١٣,٦جم/سم^{٣}، ويستخدم جدول خاص بقيمة الضـغط الجوى درجة الحرارة حتى نحصل على قيمة التصحيح بالمللبيار (الجدول رقم ٦)، وتضاف القيمة إلى قيمة الضغط الجوى إذا كانت درجة الحـرارة أقـل مـن صفر درجة مئوية ، بينما تطرح هذه القيمة من قيمة الضـغط الجوى إذا كانت درجة الحرارة أعلى من الصفر المئوى كما هو بالجدول التالى :

جدول رقم (٥) فرق تصحيح أعشار الدرجة المئوية

فرق فى التصحيح	أعشار الدرجة المئوية								
	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
٠,١٥مللبيار	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,٠٩	٠,١١	٠,١٢	٠,١٤
٠,١٦	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٦	٠,٠٨	٠,٠٩	٠,١١	٠,١٢	٠,١٤
٠,١٧	٠,٠٢	٠,٠٣	٠,٠٥	٠,٠٧	٠,٠٩	٠,١٠	٠,١٢	٠,١٣	٠,١٥

ويسـتعمل هـذا التصـحيح فـى البارومـترات الزئبقية فقط ، أما البارومـترات المعدنيـة فتسـتعمل معادن مختلفة لها معامل تمدد مختلف تصحيح تلقائى باختلاف درجات الحرارة .

درجة حرارة البارومتر	قيمة الضغط الجوّي بالمليبار										
درجات مئوية	940	950	960	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040
	تصحيح بالملي بار وأعشار ومئات الملي بار										
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0,00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	0.15	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17
2	0.31	0.31	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33	0.33	0.33	0.34	0.34
3	0.46	0.47	0.47	0.48	0.48	0.49	0.49	0.50	0.50	0.50	0.51
4	0.61	0.62	0.63	0.63	0.64	0.65	0.65	0.66	0.67	0.67	0.68
5	0.77	0.78	0.78	0.79	0.80	0.81	0.82	0.83	0.83	0.84	0.85
6	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	1.00	1.01	1.02
7	1.08	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.16	1.17	1.18	1.19
8	1.23	1.24	1.25	1.27	1.28	1.29	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36
9	1.38	1.40	1.41	1.43	1.44	1.46	1.47	1.49	1.50	1.51	1.53
10	1.54	1.55	1.57	1.59	1.60	1.62	1.64	1.65	1.67	1.68	1.70
11	1.69	1.71	1.72	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.83	1.85	1.87
12	1.84	1.86	1.88	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.04
13	2.00	2.02	2.04	2.06	2.08	2.10	2.13	2.15	2.17	2.19	2.21
14	2.15	2.17	2.19	2.22	2.24	2.26	2.29	2.31	2.33	2.36	2.38
15	2.30	2.33	2.35	2.38	2.40	2.43	2.45	2.48	2.50	2.52	2.55
16	2.46	2.48	2.51	2.54	2.56	2.59	2.62	2.64	2.67	2.69	2.72
17	2.61	2.64	2.66	2.69	2.72	2.75	2.78	2.81	2.83	2.86	2.89
18	2.76	2.79	2.82	2.85	2.88	2.91	2.94	2.97	3.00	3.03	3.06
19	2.92	2.95	2.98	3.01	3.04	3.07	3.11	3.14	3.17	3.20	3.23
20	3.07	3.11	3.14	3.17	3.21	3.24	3.27	3.30	3.34	3.37	3.40
21	3.23	3.26	3.29	3.33	3.37	3.40	3.43	3.47	3.50	3.53	3.57
22	3.38	3.42	3.45	3.49	3.53	3.56	3.60	3.63	3.67	3.70	3.74
23	3.53	3.57	3.61	3.65	3.69	3.72	3.76	3.80	3.84	3.87	3.91
24	3.68	3.73	3.76	3.80	3.85	3.89	3.92	3.96	4.00	4.04	4.08
25	3.84	3.88	3.92	3.96	4.01	4.04	4.09	4.13	4.17	4.21	4.25
26	3.99	4.04	4.08	4.12	4.17	4.21	3.25	4.29	4.34	4.37	4.42
27	4.15	4.19	4.23	4.28	4.33	4.37	4.41	4.46	4.50	4.54	4.59
28	4.30	4.35	4.39	4.44	4.49	4.53	4.58	4.62	4.67	4.71	4.76
29	4.45	4.50	4.55	4.65	4.69	4.74	4.74	4.79	4.88	4.88	4.93
30	4.61	4.66	4.70	4.76	4.81	4.85	4.91	4.95	5.00	5.05	5.10
31	4.76	4.81	4.86	4.91	4.97	5.01	5.07	5.12	5.17	5.22	5.27
32	4.91	4.97	5.02	5.07	5.13	5.18	5.23	5.28	5.34	5.38	5.44
33	5.07	5.12	5.17	5.23	5.29	5.34	5.40	5.45	5.50	5.55	5.61
34	5.22	5.28	5.33	5.39	5.45	5.50	5.56	5.62	5.67	5.72	5.78
35	5.37	5.43	5.49	5.55	5.61	5.66	5.72	5.78	5.84	5.89	5.95
36	5.53	5.59	5.64	5.71	5.77	5.82	5.89	5.94	6.00	6.06	6.12
37	5.68	5.74	5.80	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11	6.17	6.23	6.29
38	5.83	5.90	5.96	6.02	6.09	6.15	6.21	6.27	6.34	6.39	6.46
39	6.99	6.05	6.11	6.18	6.25	6.31	6.38	6.44	6.50	6.56	6.63
40	6.14	6.21	6.27	6.34	6.41	6.47	6.54	6.60	6.67	6.73	6.80

الجدول رقم (٦) لتصحيح قيمة الضغط الجوي عند 0° م

ثالثاً : الارتفاع عن مستوى البحر :

كمـــا ســبق القول فإنه مع الارتفاع عن سطح البحر يقل وزن عمود الهـــواء وبالتالى ينخفض الضغط ، وقد استخدم جدول تقريبى لمعادلة نقص الضـــغط الجوى بالارتفاع ، ويتناقص الضغط فى المتوسط بالارتفاع حيث أنه كلما ارتفعنا فوق سطح البحر حوالى ١٠٠ متر ينخفض الضغط الجوى بمقدار حوالى ١٠ ملليبار ، وعند أخذ القراءات من البارومترات الزئبقية يتم اســتخدام هذا الجدول التقريبى لتصحيح قراءات الضغط الجوى ، والجدول التالى نموذج لهذا الجدول التقريبى .

جدول رقم (٧) تصحيح البارومتر بالنسبة لمستوى سطح البحر

ارتفاع البارومتر عن سطح البحر	الضغط الجوى المصحح بالملليبار	درجة الحرارة										
		-١٠	-٥	صفر	+٥	+١٠	+١٥	+٢٠	+٢٥	+٣٠	+٣٥	+٤٠
		التصحيح بالمليبار وعشرات المليبار										
١٠	٩٩٠-٩٤٠	١,٣	١,٣	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,١	١,١	١,١
	١٠٤٠-٩٩٠	١,٣	١,٣	١,٣	١,٣	١,٢	١,٢	١,٢	١,٢	١,١	١,١	١,١
٢٠	١٠٠٠-٩٤٠	٢,٥	٢,٥	٢,٥	٢,٤	٢,٤	٢,٤	٢,٣	٢,٣	٢,٢	٢,١	٢,١
	١٠٤٠-١٠٠٠	٢,٧	٢,٦	٢,٦	٢,٥	٢,٥	٢,٤	٢,٣	٢,٣	٢,٣	٢,٣	٢,٣
٣٠	٩٧٥-٩٤٠	٣,٨	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٣	٣,٢
	١٠١٢-٩٧٥	٣,٩	٣,٨	٣,٨	٣,٧	٣,٧	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٤	٣,٣	٣,٣
	١٠٤٠-١٠١٢	٤,١	٤,٠	٣,٦	٣,٩	٣,٨	٣,٧	٣,٦	٣,٦	٣,٥	٣,٥	٣,٥

الارتفاع بالمتر	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
التصحيح بالملليبار وعشرات الملليبار	٠,١	٠,٣	٠,٤	٠,٥	٠,٧	٠,٨	٠,٩	١,٠	١,٢

رابعاً : تصحيح عجلة الجاذبية :

يقل وزن عمود الزئبق بالبارومتر كلما ابتعدنا عن مركز الأرض ، حيث يزيد قطر الأرض كلما اقتربنا من خط الاستواء ويقل كلما اتجهنا إلى خطـوط العـرض العليا، وقد صمم البارومتر على أساس أن تكون عجلة الجاذبية الأرضية ٩٨٠سم / ثانية ، لهذا أخذ خط العرض ٤٥ْ شمالاً وجنوباً كمقياس، وهو يقع في منتصف المسافة بين خط الاستواء والقطبين ومقارنته بباقي العروض الأخرى لذلك تجرى العمليات الآتية :

نطـرح قيمة الضغط الجوى من القيمة المأخوذة من جدول التصحيح رقـم (٨) إذا كـان خط العرض أقل من ٤٥ ° درجة ، وتضاف إلى قيمة الضغط الجوى القيمة المأخوذة من جدول التصحيحات إذا كان خط العرض أعلى من ٤٥ ° درجة .

مثال: على كيفية تصحيح الضغط الجوى للبارومتر الزئبقى :

سجل الضغط الجوى عند دائرة العرض ٢٠ ° وكانت درجة الحرارة ٣٠ ° مئوية ، وتم التسجيل على ارتفاع ٣٠ متراً فوق مستوى سطح البحر، فبلغ الضغط ١٠١٠,٦ ملليبار فكيف نصحح قيمة الضغط الجوى ، هذا مع العلم أن خطأ الجهاز كان ٠,٦ ملليبار .

<u>الحل</u> :١- تصحيح خطأ الجهاز := ١٠١٠,٦ - ٠,٦ = ١٠١٠ ملليبار

٢ - تصحيح درجة الحرارة :

تصحيح قيمة الضغط الجوي بالنسبة لخط العرض

جدول(٨)

خط عرض شمال وجنوب بالدرجات		قيمة الضغط الجري بالملي بار										
		940	950	960	970	980	990	1000	1010	1020	1030	1040
		تصحيح بالملي بار وأعشار ومئات الملي بار										
°0	°90	2.44	2.46	2.48	2.51	2.53	2.56	2.59	2.62	2.64	2.67	2.69
1	89	44	46	48	51	53	56	59	62	64	67	69
2	88	43	45	48	51	53	56	58	61	63	66	68
3	87	42	45	47	50	53	55	57	60	62	65	68
4	86	41	44	46	49	52	54	56	59	61	64	67
5	85	2.40	2.43	2.45	2.47	2.49	2.52	2.55	2.58	2.60	2.63	2.65
6	84	39	41	43	46	48	51	53	56	59	62	64
7	83	37	39	41	44	46	49	51	54	57	59	62
8	82	35	37	39	42	44	47	49	52	54	57	59
9	81	32	34	36	39	41	44	47	50	52	54	56
10	80	2.29	2.31	2.34	2.36	2.39	2.42	2.44	2.46	2.48	2.51	2.53
11	79	26	28	31	33	36	38	40	43	45	47	50
12	78	23	25	27	30	32	34	36	39	41	54	47
13	77	19	22	24	26	28	31	33	35	37	40	43
14	76	15	18	20	22	24	27	29	31	33	35	38
15	75	2.11	2.13	2.15	2.18	2.20	2.22	2.24	2.27	2.29	2.31	2.33
16	74	07	09	11	14	16	18	20	22	24	26	28
17	73	02	04	06	09	11	13	15	17	19	21	23
18	72	1.97	1.99	01	03	05	07	09	11	13	15	17
19	71	92	94	1.96	1.98	00	02	04	06	08	10	12
20	70	1.87	1.89	1.91	1.93	1.95	1.97	1.99	2.01	2.03	2.04	2.06
21	69	81	83	85	87	89	91	93	1.95	1.97	1.98	00
22	68	75	77	79	81	83	86	88	89	90	91	1.93
23	67	69	71	73	75	77	79	81	82	84	85	87
24	66	63	65	67	69	71	72	74	75	77	79	80
25	65	1.57	1.59	1.60	1.62	1.64	1.66	1.67	1.69	1.70	1.72	1.73
26	64	50	52	53	55	56	58	60	62	63	65	66
27	63	43	46	47	48	49	51	52	54	56	58	59
28	62	36	38	39	41	42	44	45	47	49	50	51
29	61	29	31	32	34	35	36	37	39	41	42	43
30	60	1.23	1.24	1.24	1.26	1.28	1.29	1.29	1.31	1.33	1.34	1.35
31	59	15	16	17	19	20	21	21	23	24	26	27
32	58	07	08	09	11	12	13	13	15	16	18	19
33	57	00	01	01	03	04	05	05	07	08	09	10
34	56	0.92	0.93	0.93	0.95	0.96	0.97	0.97	0.99	00	01	01
35	55	0.84	0.85	0.85	0.87	0.88	0.88	0.88	0.90	0.91	0.92	0.92
36	54	76	77	77	78	79	80	80	82	83	83	83
37	53	68	68	68	70	71	72	72	73	74	74	74
38	52	59	60	60	61	62	63	63	64	65	65	65
39	51	51	52	52	53	53	54	54	55	56	56	56
40	50	0.43	0.43	0.43	0.44	0.44	0.45	0.46	0.46	0.47	0.47	0.47
41	49	35	35	36	37	36	36	34	37	37	37	37
42	48	26	26	26	26	27	27	28	28	28	28	28
43	47	17	17	17	17	18	18	19	19	19	19	19
44	46	08	09	09	09	09	09	09	09	09	09	09
45	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

تتم من جدول تصحيح قيم الحرارة فبلغت ٤,٩٥ ملليبار

= ١٠١٠ - ٤,٩٥ = ١٠٠٥,٠٥ ملليبار

٣ - تصحيح فارق الارتفاع عن سطح البحر :

ووجدت قيمه فى جدول تصحيح الارتفاع ٣,٤ ملليبار

= ١٠٠٥,٠٥ - ٣,٤ = ١٠٠٢,٦٥ ملليبار.

ـ نطاقات الضغط الجوى الرئيسية حول الكرة الأرضية :

١ - **نطاقات الضغط الجوى المنخفض** : وتنقسم إلى نطاقين هما :

أ - نطاق الضغط المنخفض حول الدائرة الاستوائية ، والذى يوجد فى نطاق ما يعرف بنطاق "الـرهو الاستوائى" ، وينتج عن الارتفاع الحــاد فى درجات الحرارة طوال العام ، مما يؤدى إلى تصاعد تـيارات الهــواء إلى أعلى ، هذا إلى جانب تشبع الهواء ببخار الماء ، وتؤدى هذه العوامل إلى قلة كثافة الهواء وتخلله وبالتالى انخفاض الضغط الجوى.

ب - نطاقى الضغط المنخفض قرب الدائرتين القطبيتين الشمالية والجنوبية حول الدائرة ٦٠° شمالاً وجنوباً ، وينشأ نطاقى الضغط هذان بسبب التقاء الـرياح القادمــة من ناحية الدائرة ٣٠° ومن اتجاه القطب مما يؤدى إلى نشــوء تـيارات صاعدة ولذلك يسمى بالضغط المنخفض الديناميكى للتفرقة بينه وبين الضغط المنخفض الحرارى حول خط الاستواء.

٢ – نطاقات الضغط المرتفع :

وتنقسم هذه النطاقات إلى أربعة نطاقات هى :

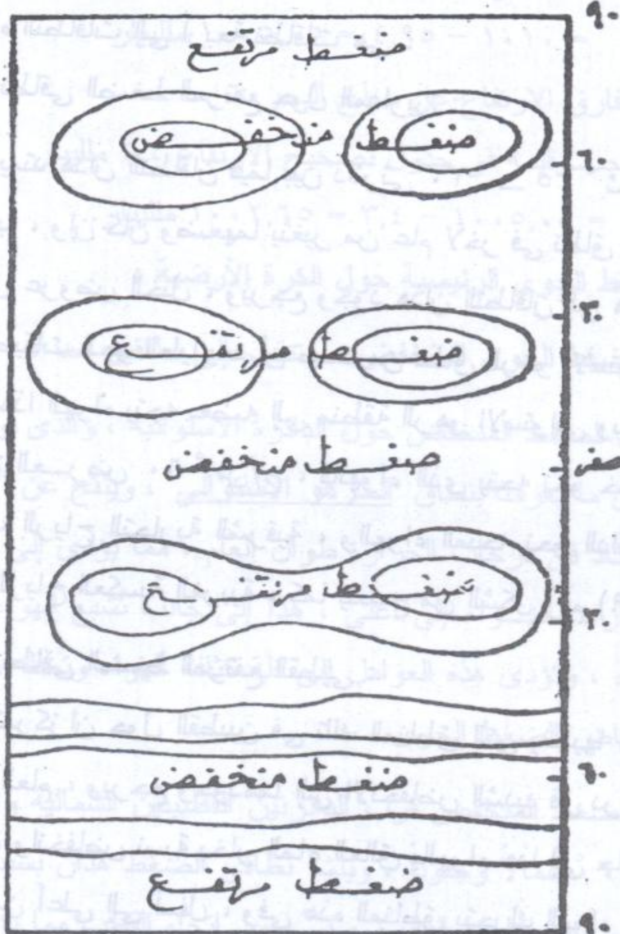
أ – نطاقى الضغط المرتفع حول المدارين :

يمتد هذان النطاقان فيما بين دائرتى ٣٠ ° ــ ٣٥ ° شمالاً وجنوباً تقريباً ، وإن كان وضعهما يتغير من عام لآخر فى نطاق يعرف باسم نطاق عروض الخيل ، ويرجع وجود هذان النطاقان إلى هبوط الهواء من طبقات الجو العليا بعد أن صعد من نطاق الرهو الاستوائى ،وعند هبوط هذا الهواء يتجه بعضه إلى منطقة الرهو الاستوائى وبعضه ناحية دائرة العرض ٦٠ ° ش/ج ، فالهواء الذى يتجه نحو خط الاستواء يسبب الرياح التجارية الشرقية ، والهواء المتجه نحو الدائرة القطبية يسبب الرياح العكسية الغربية ، كما يتضح من الشكل رقم (١٩).

ب – نطاقى الضغط المرتفع القطبى :

يتمركزان حول القطبين فى تلك المناطق التى يغطيها الجليد على مدار العام ، ويرجع وجودهما إلى الانخفاض الشديد فى درجة حرارة الهواء ، وانخفاض نسبة بخار الماء العالق بالهواء هذا إلى جانب الهواء الهابط من أعلى إلى أسفل ، وفى هذه المناطق يتحرك الهواء الهابط من أعلى الدائرتين القطبيتين فتنشأ الرياح القطبية وهى رياح شرقية أيضاً.

ومما تقدم نرى أن مناطق الضغط الرئيسية لها دور كبير فى تحريك الرياح الدائمة على سطح الكرة الأرضية متمثلة فى الرياح التجارية والرياح العكسية والقطبية .



الشكل رقم (١٩)التوزيع المثالي لمناطق الضغط الرئيسية

ثانياً: الرياح: Wind

أجهزة قياس اتجاه وسرعة الرياح وأهمها:

١ – قياس اتجاه الرياح:

ويستخدم لتحديد اتجاه الرياح دوارة الرياح Wind Vane والتى تتركب من ذراع من حديد على شكل سهم يوجد فى مؤخرته جزء عريض مفلطح، يثبت هذا الذراع على عمود رأسى حر الحركة، بحيث إذا ما اصطدمت الرياح بالجزء العريض من الذراع يدور حتى يشير السهم إلى الجهة التى تأتى منها الرياح، ولذلك تسمى الرياح باسم الجهة التى تأتى منها يرتكز هذا العمود الرأسى فوق عمود آخر ثابت ارتفاعه غالبا ٣ بوصة مثبت فيه أربعة أذرع يشير كل منها إلى احدى الجهات الأصلية الأربع .

٢ – قياس سرعة الرياح :

ويستخدم لذلك عدة أجهزة منها :

أ – الأنيموميتر : Anemometer

ويعرف أحيانا بأنيموميتر روبسون Anemometer Robinson وهو عبارة عن عمود مثبت به عدد من أنصاف الكرات المعدنية ، ويتصل العمود بعداد وعندما تدور الأجزاء المعدنية بفعل الرياح يسجل العداد قراءات سرعة فى فترة محددة من الزمن .

ب – الأنيموجراف : Anemograph

وهو جهاز به ريشتان احداهما تسجل سرعة الرياح والأخرى تسجل الاتجاه على اسطوانة بها ورقة تسجيل مرسوم عليها شريط متغير العرض

بســبب الذبذبــات المستمرة لأعلى وأسفل نتيجة للتغير فى سرعة الرياح، ويمثل الخط المتوسط متوسط سرعة الرياح .

جـ - الأنيموميتر الكهربائى : **Electric Anemometer**

ويتركــب مــن مولــ كهربى متصل بعمود الطاسات (أو ما يشبه المروحة) بسلك، وعند دوران الطاسات أو المروحة تتحول الطاقة الحركية إلى طاقة كهربائية ، أى تولد تياراً كهربائياً تتوقف شدته على سرعة دوران الطاســات، وينتقل التيار بأسلاك إلى فولتميتر به تدريج مصمم على أساس قراءة سرعة الرياح مباشرة بدلاً من فرق جهد التيار، أو يظهر على شاشة كما هو الحل فى الأجهزة الالكترونية الحديثة.

ثالثاً : قياس الرطوبة الجوية : Humidity

ويجــب أن نفــرق بيــن كــلا مــن الرطوبة المطلقة Absolute Humidity وهــى تمــثل كمية بخار الماء الحقيقية الموجودة فى الهواء، وتقــدر بعدد من الجرامات فى المتر المكعب من الهواء ، وتصل الرطوبة المطلقــة منــتهاها فى المناطق الاستوائية وتنخفض جداً عند القطبين، كما تزداد بالقرب من المسطحات المائية وعند وجود الغطاء النباتى الكثيف .

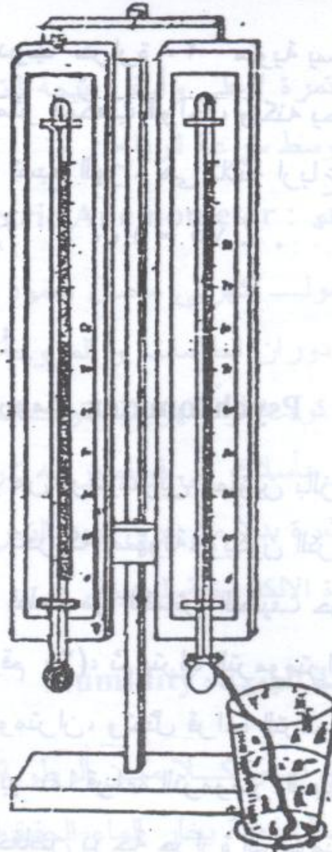
الــرطوبة النسبية Relative Humidity فهى عبارة عن نسبة بخار المــاء فــى الهواء، وهذه النسبة هى عبارة عن كمية بخار الماء الفعلية فى الهــواء منســوبة إلى كمية بخار الماء التى يستطيع الهواء أن يحملها تحت نفــس درجة حرارته، أو بمعنى الآخر طاقة الهواء على حمل بخار الماء،

فمـثلا إذا كــان الهواء فى درجة حرارة ٢٠ ° مئوية يستطيع أن يحمل ٨ ذرات مــن بخار الماء فى المتر المكعب الواحد، ولكنه يحمل فعلا ٦ ذرات فقــط ، فمعنى هذا أن درجة تشبع الهواء هى ثلاثة ارباع فقط ، والرطوبة النسبية فى هذه الحالة هى= ٦/٨ × ١٠٠ = ٧٥ ٪ .

- أجهزة قياس الرطوبة :

١- الهيجرومتر أو السيكرومتر Psychrometer :

ويــتكون هــذا الجهاز من ترمومترين مملوئين بالزئبق يوضعان فى وضع رأسى على حامل يمكن تحريكه بسهولة، ويكون الترمومتران من نوع واحــد، غير أن أحدهما تلف قطعة من القماش النظيف حول فقاعته، وتبلل قطعة القماش بالماء (الشكل رقم ٢٠)، ثم يترك الترمومتران فى الهواء لمدة دقيقة أو دقيقتان ثم يقرأ الترمومتران، وتمثل قراءة الترمومتر الجاف درجة حــرارة الهــواء العاديــة ، بيــنما قراءة الترمومتر المبلل ستكون أقل من الترمومتر الجاف ، ويرجع انخفاض درجة حرارة الترمومتر المبلل إلى تأثر فقاعة الترمومتر بعملية تبخر الماء الموجود فى قطعة القماش ، وما تستنفذه عملــية التــبخر من حرارة يؤخذ الفرق بين درجة الحرارة العادية ودرجة الحرارة التى يعطيها الترمومتر المبلل، كأساس لتقدير الرطوبة النسبية وعن طــريق استخدام جداول خاصة يمكن الحصول على رطوبة الهواء كما هو الحال فى الجدول رقم (٩).



الشكل رقم (٢٠) الهيجرومتر

٢ ـ الهيجرومتر ذو الشعر: Hair Hygrometer

وهـــو جهـــاز تقوم فكرته على أساس مقدار ما يطرأ على حزمة من شـــعر الانسان (شعر الرأس) من تمدد أو تقلص تبعا لتغير نسبة الرطوبة فى الهواء ، فالمعروف أن شعر الإنسان يتمدد كلما زادت الرطوبة ويتقلص فى الهواء الجاف، ولذلك فان الجـــزء المهم فى هذا الجهاز هو حزمة مكونة

الجدول رقم (٩) حساب الرطوبة النسبية من قراءات الترمومتر الجاف والترمومتر المبلل بالدرجة المئوية

الجاف / المبلل	٠	١	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤	١٥	١٦	١٧	١٨	١٩	٢٠	٢١	٢٢	٢٣	٢٤	٢٥	٢٦	٢٧	٢٨	٢٩	٣٠	٣١	٣٢	٣٣	٣٤	٣٥	٣٦	٣٧	٣٨	٣٩	٤٠	٤١
٠	١٠٠	٨٥	٧١	٥٩	٤٨	٣٩	٣٠	٢٢	١٦	١٠	٣																										
١		١٠٠	٨٥	٧٢	٦١	٥٠	٤١	٣٣	٢٥	١٨	١٢	٦	٢																								
٧			١٠٠	٨٦	٧٣	٦٢	٥٢	٤٣	٣٥	٢٨	٢١	١٥	١٠	٥	١																						
٨				١٠٠	٨٧	٧٤	٦٣	٥٤	٤٥	٣٧	٣٠	٢٤	١٨	١٣	٩	٤																					
٩					١٠٠	٨٧	٧٥	٦٥	٥٥	٤٧	٣٩	٣٢	٢٦	٢٠	١٦	١١	٧	٣																			
١٠						١٠٠	٨٧	٧٦	٦٦	٥٧	٤٩	٤١	٣٤	٢٨	٢٣	١٨	١٤	١٠	٦	٢																	
١١							١٠٠	٨٩	٧٧	٦٧	٥٨	٥٠	٤٣	٣٦	٣٠	٢٥	٢٠	١٦	١٢	٨	٥	٢															
١٢								١٠٠	٨٩	٧٨	٦٨	٥٩	٥٢	٤٤	٣٨	٣٢	٢٧	٢٢	١٨	١٥	١١	٨	٥	١													
١٣									١٠٠	٩٠	٧٨	٦٩	٦١	٥٣	٤٦	٤٠	٣٤	٢٩	٢٥	٢٠	١٦	١٣	١١	٧	٥	٢											
١٤										١٠٠	٨٩	٧٩	٧٠	٦٢	٥٤	٤٧	٤١	٣٦	٣١	٢٦	٢٢	١٩	١٥	١٠	٩	٧	٥	٢	١								
١٥											١٠٠	٨٩	٨٠	٧١	٦٣	٥٥	٤٩	٤٣	٣٨	٣٣	٢٨	٢٤	٢٠	١٧	١٤	١١	٩	٦	٤	٣	١						
١٦												١٠٠	٩٠	٨٠	٧٢	٦٤	٥٧	٥٠	٤٤	٣٩	٣٤	٣٠	٢٦	٢٢	١٩	١٦	١٣	١١	٨	٦	٥	٣	٢				
١٧													١٠٠	٩٠	٨١	٧٣	٦٥	٥٨	٥٢	٤٦	٤٠	٣٦	٣١	٢٧	٢٤	٢١	١٧	١٤	١٢	١٠	٨	٦	٥	٣	٢	١	
١٨														١٠٠	٩٠	٨١	٧٤	٦٦	٥٩	٥٣	٤٧	٤٢	٣٧	٣٣	٢٩	٢٥	٢٢	١٩	١٦	١٣	١٢	١٠	٨	٦	٥	٤	٢
١٩															١٠٠	٩١	٨٢	٧٤	٦٦	٦٠	٥٤	٤٨	٤٣	٣٩	٣٤	٣٠	٢٧	٢٤	٢١	١٨	١٥	١٣	١١	١٠	٨	٦	٥
٢٠																١٠٠	٩١	٨٣	٧٤	٦٧	٦١	٥٥	٤٩	٤٤	٤٠	٣٦	٣٢	٢٨	٢٥	٢٢	١٩	١٧	١٤	١٢	١١	٩	٨
٢١																	١٠٠	٩١	٨٣	٧٥	٦٨	٦٢	٥٦	٥١	٤٦	٤١	٣٧	٣٣	٣٠	٢٧	٢٤	٢٠	١٨	١٦	١٤	١٣	١١
٢٢																		١٠٠	٩١	٨٣	٧٦	٦٩	٦٣	٥٧	٥٢	٤٧	٤٢	٣٨	٣٤	٣١	٢٨	٢٥	٢١	١٩	١٧	١٥	١٤
٢٣																			١٠٠	٩١	٨٤	٧٦	٦٩	٦٣	٥٨	٥٣	٤٨	٤٣	٣٩	٣٦	٣٢	٢٩	٢٦	٢٣	٢١	١٨	١٧
٢٤																				١٠٠	٩٢	٨٤	٧٧	٧٠	٦٤	٥٩	٥٣	٤٩	٤٤	٤٠	٣٧	٣٣	٣٠	٢٧	٢٤	٢٢	٢٠
٢٥																					١٠٠	٩٢	٨٤	٧٧	٧١	٦٥	٥٩	٥٤	٥٠	٤٥	٤٢	٣٨	٣٥	٣١	٢٩	٢٥	٢٤
٢٦																						١٠٠	٩٢	٨٥	٧٨	٧١	٦٥	٦٠	٥٥	٥١	٤٦	٤٢	٣٩	٣٦	٣٣	٣٠	٢٧
٢٧																							١٠٠	٩٢	٨٥	٧٨	٧٢	٦٦	٦١	٥٦	٥١	٤٧	٤٣	٤٠	٣٧	٣٤	٣١
٢٨																								١٠٠	٩٢	٨٥	٧٩	٧٢	٦٧	٦٢	٥٧	٥٢	٤٨	٤٤	٤١	٣٨	٣٥
٢٩																									١٠٠	٩٣	٨٦	٧٩	٧٣	٦٨	٦٢	٥٨	٥٣	٤٩	٤٥	٤٢	٣٩
٣٠																										١٠٠	٩٣	٨٦	٧٩	٧٤	٦٨	٦٣	٥٨	٥٤	٥٠	٤٦	٤٣
٣١																											١٠٠	٩٣	٨٦	٨٠	٧٤	٦٩	٦٤	٥٩	٥٥	٥١	٤٧
٣٢																												١٠٠	٩٣	٨٦	٨٠	٧٤	٦٩	٦٤	٦٠	٥٥	٥٢
٣٣																													١٠٠	٩٣	٨٧	٨٠	٧٥	٧٠	٦٥	٦٠	٥٦
٣٤																														١٠٠	٩٣	٨٧	٨١	٧٥	٧٠	٦٥	٦١
٣٥																															١٠٠	٩٣	٨٧	٨١	٧٦	٧١	٦٦

من عدة خصلات من الشعر، ومثبت فى هذه الحزمة سن ريشة يتحرك أمام مسطرة مقسمة إلى مائة قسم من صفر إلى ١٠٠ ، تدل الأقسام على الرطوبة النسبية وعندما تتغير نسبة الرطوبة يتحرك سن الريشة تبعاً لتمدد حزمة الشعر أو تقلصها ، ويدل الرقم الذى يثبت أمامه على الرطوبة النسبية (الشكل رقم ٢١).



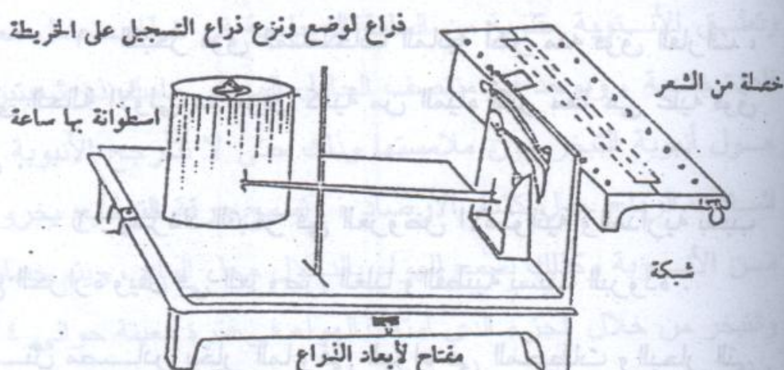
الشكل رقم (٢١)جهاز الهيجرومتر ذو الشعر لقياس الرطوبة

ومن عيوب هذا الجهاز أن تأثير تغير الرطوبة على حزمة الشعر لا يحدث فى نفس اللحظة التى يحدث فيها التغير فى الهواء بل يختلف عنه قليلا ، وهى مسألة يجب تقديرها.

٢- الهيجروجراف : Hygrograph

يعتمد هذا الجهاز على نفس الفكرة التى يعتمد عليها الهيجرومتر ذو الشعر ، وأهم فرق بينهما هو أن الهيجروجراف يسجل التغيرات التى تطرأ

على الرطوبة النسبية تسجيلا آلياً مستمراً على خريطة مقسمة تقسيماً خاصاً مقسمة إلى خطوط أفقية تبين التباين فى الرطوبة وخطوط رأسية تمثل أيام الأسبوع السبعة ، تثبت هذه الخريطة على اسطوانة دوارة يلامسها سن ريشة يرسم خطوط مع دوران الاسطوانة كما هو الحال فى الترموجراف والباروجراف، وتتصل الريشة بذراع متصل بشعرة تتأثر بتغير رطوبة الهواء (الشكل رقم ٢٢).



الشكل رقم (٢٢) جهاز الهيجروجراف الشعري

رابعاً : التبخر Evaporation

ويعنى التبخر انتقال بخار الماء من سطح الأرض إلى الهواء ، وبخار الماء فى الهواء لا يمكن رؤيته بواسطة العين المجردة ، وتتوقف سرعة التبخر وكميته على درجة حرارة الهواء وعلى درجة جفافه وكذلك على مدى تحركه ، ففى الأيام الحارة الجافة ذات الرياح النشطة يصبح التبخر سريعاً والعكس ، وتوجد صفات عامة لتوزيع التبخر من أهمها :

١-التبخر فوق المسطحات المائية أكثر منه فوق القارات ، لأنه فى الحالة الأولى ــ تتوفر كمية من المياه أكثر مما هى عليه فوق اليابس .

٢- يزداد التبخر فى العروض الاستوائية والمدارية بسبب ارتفاع الحرارة ويقل فى العروض العليا والقطبية بسبب البرودة .

وتتمثل مصادر بخار الماء فى الهواء فى المحيطات والبحار التى تغطى مساحة تبلغ حوالى ثلاثة أرباع الكرة الأرضية ، أو من خلال مسام النبات عن طريق النتح أو من خلال تنفس الانسان والحيوان أو من سطح الأرض الرطب ، وتعود هذه المياه مرة أخرى إلى سطح الأرض عن طريق التكاثف ، ويلاحظ أن حوالى نصف كمية بخار الماء فى الهواء فى الجزء الأسفل من الغلاف الغازى تحت ارتفاع ٣٥٠٠ متر .

ـ أجهزة قياس التبخر :

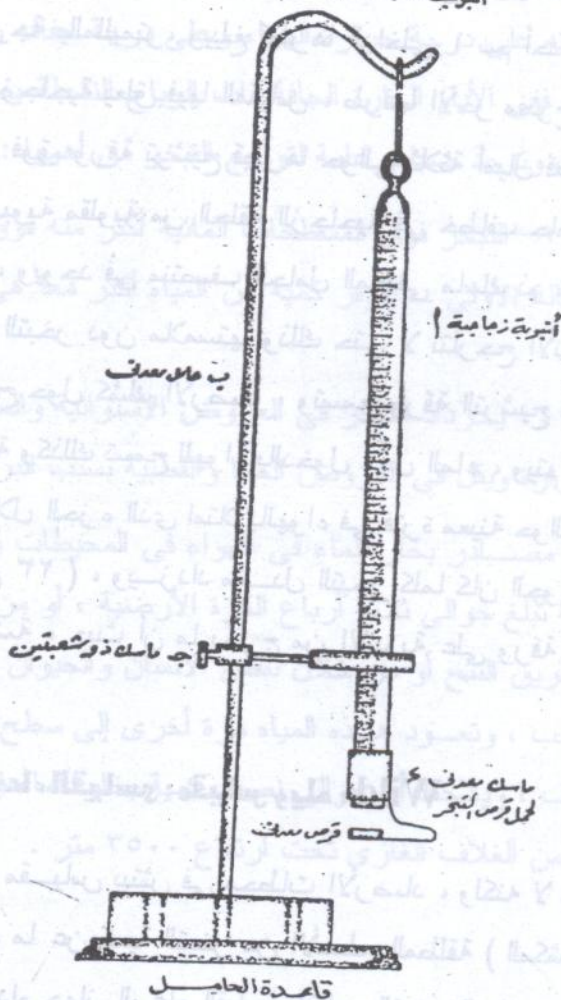
١ – مقياس بيتس :

يتركب هذا المقياس من أنبوبة زجاجية يتراوح طولها ما بين ٢٥ إلى ٣٠ سم مدرجة بالمليمتر، ويبلغ قطرها الداخلى ١ سم أحد طرفيها مقفل وبه حلقة زجاجية يعلق فيها المقياس ، طرفها الآخر مفتوح يقفل بقرص معدنى يوضع فوق ورقة ترشيح قطرها حوالى ثلاثة أميال قطر الأنبوبة ، وتعلق الأنبوبة مقلوبة من الحلقة الزجاجية فى خطاف حامل معدنى ذو قاعدة خشبية ، ويوجد فى منتصف الحامل المعدنى ماسك ذو شعبتين تلتفان حول أنبوبة التبخر دون ملامستها وذلك حتى لا تتأرجح الأنبوبة ، إذا ما اشتدت الرياح حول كشك الأرصاد ، وتسمح ورقة الترشيح بخروج الماء من الأنبوبة وكذلك تسمح للهواء بالدخول محل الماء ، ويتم حساب الماء والتبخر من خلال الجزء الذى امتلأ بالهواء فى فترة معينة حوالى ٢٤ ساعة (شكل رقم ٢٣) ، ويزداد معدل التبخر كلما كان الجو حاراً ونسبة الرطوبة منخفضة ، حيث أن ما يخرج من الأنبوبة على ورقة الترشيح يتم تبخره .

٢ – جهاز الوعاء القياسى : مقياس ويلد : Wild

يستخدم مقياس بيتش فى محطات الأرصاد ، ولكنه لا يعطى فكرة صحيحة إلى حد ما عن كمية التبخر من الأسطح المطلقة (المكشوفة) لذلك يفضل استخدام جهاز الوعاء القياسى لقياس التبخر المباشر من الأسطح

المكشوفة، لما لذلك من أهمية فى الأبحاث الجومائية ذات الأهمية القصوى بالنسبة لمشاريع الرى وبناء السدود .

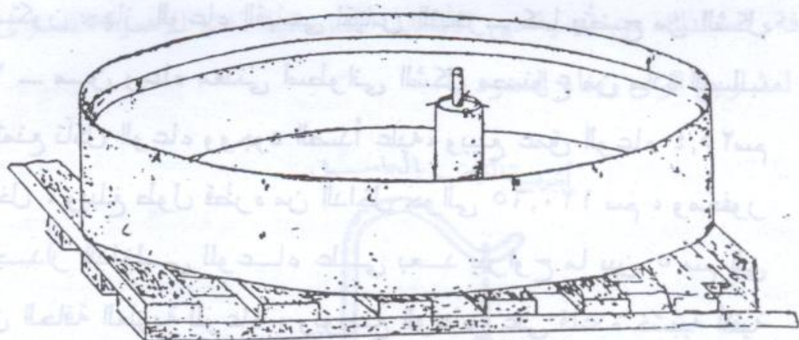


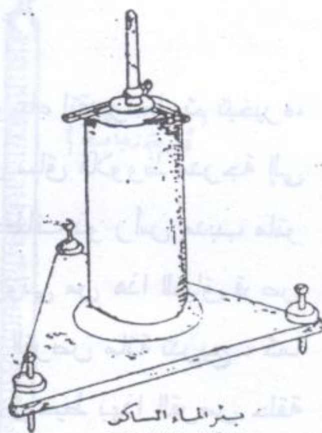
الشكل رقم(٢٣) جهاز بيتش

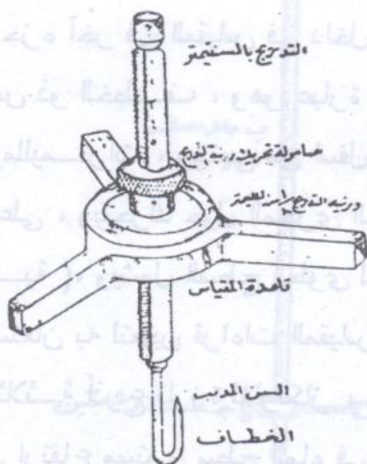
ويــتكون جهاز الوعاء القياسى لقياس التبخر ــ كما يتضح من الشكل رقــم ٢٤ ــ مــن وعاء معدنى اسطوانى الشكل مصنوع من مادة الصلب المجلفن لتمنع تآكل الوعاء ووجود الصدأ عليه، ويبلغ عمق الوعاء ٢٥,٤سم مــن الداخل ، ويبلغ طول قطره من الداخل حوالى ١٢٠,٦٥ سم ، ومحفور علــى الجــدار الداخلــى للوعــاء علــى بعــد يتراوح ما بين ٥ سم إلى ٧ســم من الحافة العلوية للوعاء ، ويوضع الوعاء على قاعدة خشبية أفقية المستوى حتى تعزل ما بين سطح الأرض والوعاء .

ويوضع جزء آخر فى المقياس فى داخل الوعاء لتقدير ما يتم تبخيره، وهــو المقــياس ذو الخطــاف ، وهو عبارة عن ساق قلاووظ مدرجة إلى سـنتيمترات ومليمــترات ، وينتهى من اسفل بخطاف ذو رأس مدبب ملتو ومــتجه إلى أعلى ، ويتحرك حول المجرى الحلزونى من هذا الساق قرص دائــرى (ورنــية)، ويشمل السطح العلوى لهذا القرص مائة تدريج ، كما يوجــد سهم يستعان به لتعيين قراءات المقياس ، ويحيط بهذا القرص حلقة دائــرية ذات ثلاثــة أذرع بارزة للارتكاز ، ويمكن بواسطة الورنية قياس الاخــتلاف فى ارتفاع مستوى سطح الماء فى الوعاء إلى أقرب ٠,٠١ من المليمتر ، إذ أن كل لفة كاملة لهذه الورنية (مائة تدريج) تقابل ارتفاع أو انخفاض الرأس المدبب لخطاف بمقدار ملليمتر واحد .

ولأنــه من الواجب أخذ القراءة والماء ساكن خالى من اى اهتزازات تسـببها الرياح لذلك يغمس الخطاف المدبب فى بئر يسمى بئر الماء الساكن يرتكز فوق قاعدة الوعاء القياسى ، وبئر الماء الساكن عبارة عن اسطــوانة







الشكل رقم (٢٤) الوعاء القياسي لقياس كمية التبخر

مجوفة مصنوعة من مادة غير قابلة للصدأ ذات سمك بسيط ارتفاعها حوالى ٢٠ سم وطول قطرها من الخارج ٨,٧٥ سم تقريباً ، وقاعدة هذا البئر مثلثة الشـكل ذات ثلاثـة مسـامير قلاووظ عند كل رأس من رؤوس المثلث ، وتستخدم هذه المسامير لتعديل المستوى الأفقى للحافة العليا للبئر ، ويوضع هـذا البئر رأسياً وبصفة دائمة داخل الوعاء القياسى لقياس التبخر مرتكزاً علـى قـاع الوعـاء بواسـطة المسـامير القـلاووظ للبـئر، وعلى بعد ٣٠ سم من الطرف الشمالى للوعاء، ويكون ارتفاع الماء فى البئر والوعاء فى مستوى واحد .

خامساً : المطر : Rain

ـ طريقة تكون المطر :

إنه من المسلم لكى يحدث تساقط مطرى لابد من وجود سحب، وكذلك لابـد مـن وجود النويات التى تتجمع حولها قطرات الماء من ذرات بخار الماء فى الهواء، حتى يصبح حجم قطرات المياه من الثقل بحيث لا يستطيع الهـواء حملها فتسقط على الأرض، ويتوقف سقوط المطر على حالة الثبات Stability أو عـدم الثبات Instability فى الكتل الهوائية، لأنه لكى تسقط الأمطار لابد وأن تكون الكتل الهوائية غير مستقرة أى تتصف بعدم الثبات، والـذى يعنى أن الهواء لا يقاوم الارتفاع الرأسى أو الصعود إذا ما تعرض له، ويصبح انخفاض الحرارة فى الكتلة كبير بسبب عامل الارتفاع .

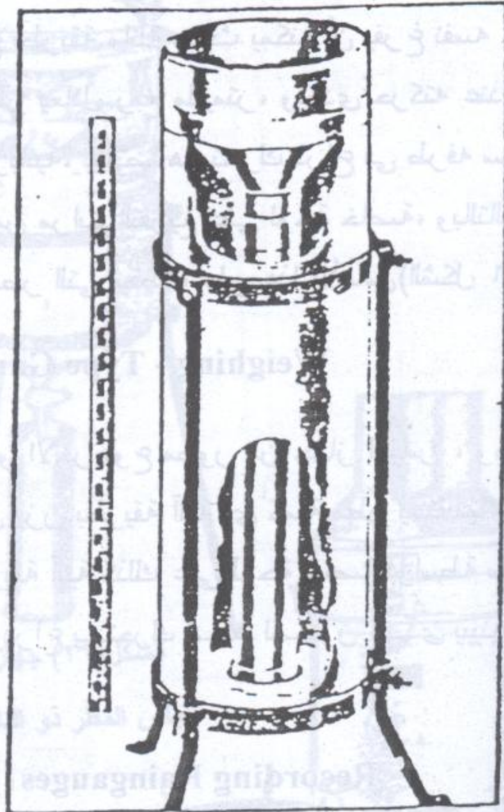
أما فى حالة الثبات فان الهواء يقاوم أى حركة رأسية ولا توجد فرصة لحـدوث حركة تصعيد، ويساعد على ذلك برودة الأجزاء السفلى من الكتلة الهوائـية بحيث يصبح معدل انخفاض الحرارة بالارتفاع قليل جداً، وبالتالى تنعدم فرصة سقوط المطر فى مثل هذه الحالات .

ـ قياس المطر :

تسـتخدم فى قياس كميات الأمطار عدة أجهزة أبسطها وأكثرها انتشاراً ما يلي:

١ – جهاز القياس: Raingauge

ويتركب الجهاز من اسطوانة معدنية قطرها غالبا حوالى ٢٠ سنتيمتر، وبداخلها قمع مركب فوق اناء تجميع ماء المطر كما يوجد معها مخبار مـدرج لقـياس المـاء المتجمع ، وقد يوضع المخبار داخل الاسطوانة المعدنـية بدلاً من الاناء بحيث يتجمع فيه ماء المطر مباشرة، ويوضع الجهـاز دائما فى العراء ، ويدل ارتفاع الماء الذى يتجمع فى المخبار علـى كمـية المطـر الـتى سقطت ، ويتم حسابها إما بالملليمتر أو بالبوصات (الشكل رقم ٢٥).



الشكل رقم(٢٥) جهاز قياس المطر العادي

- جهاز الدلو المائل : Tipping Bucket Gauge

وهـــو يعتبر جهاز معدل لجهاز القياس السابق ويتم فيه تسجيل كمية المطــر الســاقطة بطــريقة آلية ، ويتركب الجهاز من نفس الأجزاء التى

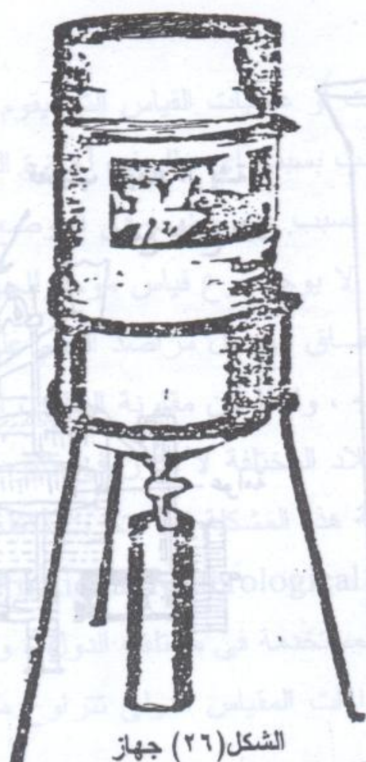
يتركـب منها جهاز القياس العادي ولكنه يزيد عنه فى وجود دلو صغير أسـفل الجهاز موضوع بطريقة مائلة بحيث يمكنه أن يفرغ نفسه آلياً كلما تجمع به مقدار من المطر يعادل ربع ملليمتر، وتؤدى حركته عند التفريغ إلـى توصيل دائرة كهربائية، بمقتضاها يتحرك ذراع فى طرفه سن ريشة تبيـن بـه كـل مرة من مرات التفريغ على لوحة خاصة، وبالتالى يمكن حساب مجموع كمية المطر التى سقطت على هذا الأساس(الشكل ٢٦).

٣ – ميزان المطر: Weighing - Type Gauge

وهـذا الجهاز هو الآخر نوع مطور من جهاز القياس ، وهو مزود بميزان خاص يمكنه أن يزن بطريقة آلية أى كمية مطر يستقبلها الجهاز ، ويسـجل الـوزن بطريقة آلية كذلك على لوحة خاصة بواسطة سن ريشة مثبـت فـى نهايـتها ذراع يـتحرك تـبعا للـوزن الـذى يبينه الميزان (الشكل رقم ٢٧).

٤ – جهاز تسجيل المطر : Recording Raingauges

ويـتكون الجهـاز من حوض فوقه قمع لجمع ماء المطر ، كما يوجد داخـل الحـوض عوامة تنتهى بمؤشر فى طرفه ريشة بها حبر ترسم على ورقـة رسـم بيانى ملفوفة حول اسطوانة دوارة ، وعندما يرتفع الماء فى الحوض ترتفـع العوامة وتنتقل الحركة إلى الذراع والريشة وتسجـل كمي المطـر على ورقة الرسم البيانى، كما يوجد بالحوض صنبور خاص لتعديل الماء الموجود فى الاناء لتبدأ الريشة التسجيل من خط الصفر(الشكل ٢٨).

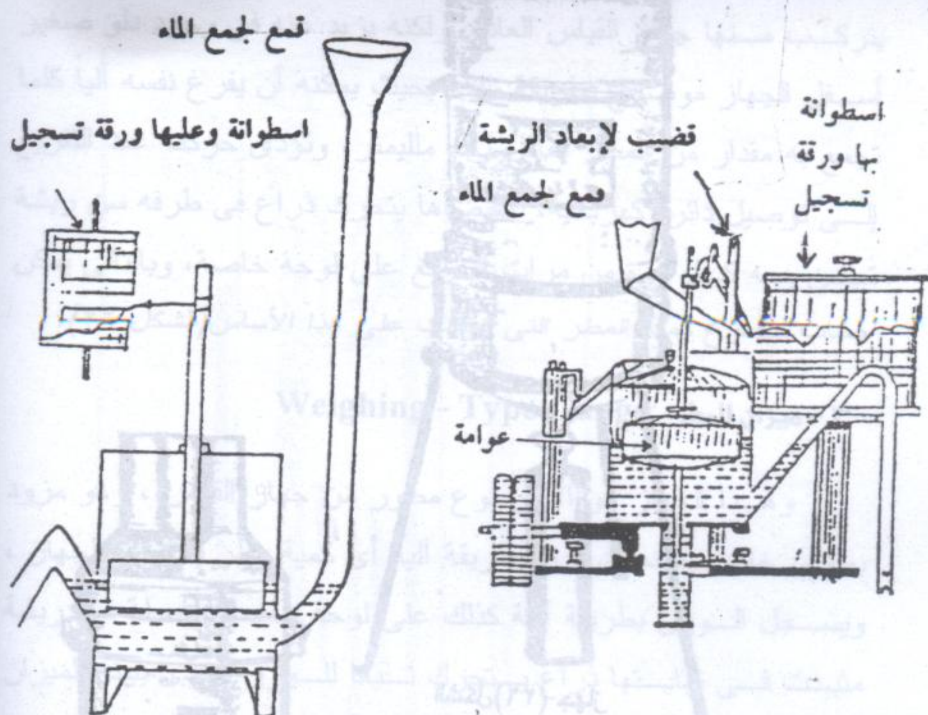


الشكل(٢٦) جهاز

قياس المطر ذو الدلو المائل



الشكل رقم (٢٧) ميزان المطر



الشكل رقم (٢٨) جهاز تسجيل المطر المبسط

- مشكلات قياس المطر :

على الرغم من التطورات التى طرأت على أجهزة قياس المطر وغيرها من أجهزة قياس العناصر المناخية فإن قياس المطر بالذات مازال معرضاً لبعض الأخطاء الناجمة عن أسباب مختلفة ، فقد تحدث بعض

الأخطـــاء نتيجة لعدم دقة القراءات أو عمليات القياس التي يقوم بها الراصد نفســه ، كمـــا أن بعضها قد يحدث بسبب أى خلل فى أجهزة التسجيل ، أو بسبب نوعية الجهاز المستخدم أو بسبب عدم وضعه فى الموضع الصحيح ، ويكفـــى أن نعلـــم أنه حتى الآن لا يوجد نوع قياس موحد للجهاز التقليدى لقـــياس المطـــر ، ولا يوجـــد اتفـــاق بين كل مراصد العالم على حجمه أو المواصـــفات المطلوبـــة لتركيـــبه ، ولهذا فان مقارنة البيانات المستمدة من أجهـــزة القياس المستخدمة فى البلاد المختلفة لا تكون فى كثير من الأحيان دقيقة بالدرجة المطلوبة ، ولمعالجة هذه المشكلة فقد ابتكرت منظمة الأرصاد الجويـــة الدولية International Meterological Organisation جهازاً قياسياً لتصحيح قراءات الأجهزة المستخدمة فى مختلف الدول ، وقد ظهر أن الفروق بين هذه الأجهزة وبين قراءات المقياس الدولى تتراوح ما بين ٥ ٪ إلى ١٥ ٪ .

وليس هناك ارتفاع واحد لتثبيت جهاز قياس المطر عن سطح الأرض ، ومازال تحديد الارتفاع الأمثل مختلفاً عليه حتى الآن ، فعلى الرغم من أن كمية المطر المطلوب حسابها فعلاً هى الكمية التى تصل إلى سطح الأرض نفسه، فإن القياس على هذا المستوى لن يكون دقيقاً من الناحية العملية ، لأن المـــياه التى تتجمع فى الجهاز فى هذه الحالة مقصورة على مياه المطر التى تسـقط فوقه مباشرة بل ستضاف اليها كميات لا يستهان بها من المياه التى تتبعثر نحوه من الأرض المجاورة عند سقوط المطر عليها .

ومــن ناحــية أخــرى فان وضع الجهاز فى مستوى أعلى من سطح الأرض يؤدى إلى اعتراض الرياح وحدوث دوامات بها مما يؤدى إلى زيادة ســرعتها ودفعهــا لنقاط المطر الساقطة بعيداً عن الجهاز ، وذلك بالأخص أثـناء هبوب الرياح القوية التى تكون فى كثير من الأحيان مصاحبة لسقوط المطــر ، وهكــذا فــان المســتويات التى توضع عليها الأجهزة فى الدول المختلفة تتفاوت من ٣٠ سم إلى مترين أو أكثر فوق سطح الأرض .

وتظهــر هــذه المشكلة بصورة أوضح عند وضع هذه الأجهزة على المرتفعات، بسبب ارتفاع سرعة الرياح وكثرة الاضطرابات الجوية، ولتقليل الخطأ فى نتائج القياس فى مثل هذه الظروف يبنى حول جهاز القياس حائط بمقاييس محسوبة، وعلى بعد محسوب كذلك لكى يقلل من سرعة الرياح ولا يعــرقل فى نفس الوقت سقوط المطر فى الجهاز. بعض الخطوات الواجب اتباعها عند قياس المطر :

١- يجــب وضــع جهــاز قــياس المطر فى مكان مكشوف بعيداً عن الأشجار والمبانى للحصول على نتائج دقيقة .

٢-يجب عدم وضع الجهاز فى مكان مرتفع كثيراً عن الأجزاء المحيطة لأن شدة سرعة الرياح تعرقل وصول المطر الساقط كله إلى الجهاز .

سادساً : السحاب : Clouds

تــتكون السحب من ملايين من الجزيئات الصغيرة من الماء وبسبب صــغر هذه الجزيئات يستطيع الهواء أن يحملها ، وتتمكن الرياح من نقلها

وتحـــريكها مـــن مكان إلى آخر ، ويوجد تشابه كبير بين كل من السحاب والضـــباب ولكـــن الضباب قريب من سطح الأرض والسحاب فى الطبقات العلـــيا مـــن الجـــو ، وتأتى أهمية دراسة السحب فى أنها مصدر كل أنواع التســـاقط خاصة الأمطار والثلوج ، وان كان ليس من الضرورى أن تسقط كـــل الســـحب أمطاراً ، إلا أن الأمطار لا تسقط إلا لو كان هناك سحب ، وكذلك ما للسحب من أثر على مقدار الاشعاع الشمسى الذى يصل إلى سطح الأرض ودوره فى التأثير على باقى عناصر المناخ .

- كمية السحب :

يتم توضيح هذه الكمية على أساس افتراض أن قبة السماء مقسمة إلى ثمانـــية أقسام ، وتحسب الكمية بعدد الأقسام التى تغطيها السحب الموجودة فـــى قـــبة السماء ، وتستخدم لذلك رموز وشفرات سيرد ذكرها فى خرائط الطقس .

أولاً : أجهزة قياس ارتفاع قاعدة السحاب :

يعبر عن ارتفاع قاعدة السحب بارتفاع هذه القاعدة عن مستوى مكان الرصـــد أو مستوى سطح الأرض المقام عليها جهاز المطر العادى ، وفى محطـــات الأرصاد الملحقة بالمطارات يعبر عن ذلك بارتفاع قاعدة السحب عـــن مســـتوى الارتفـــاع الرسمى للمطار حتى يجىء مطابقاً للاحتياجات الملاحـــة الجوية ، ويمكن قياس ارتفاع قاعدة السحب بواسطة اطلاق بالونة أو بواسطة الكشاف الضوئى فى أثناء الليل .

١-قياس ارتفاع قاعدة السحاب بواسطة البالونة :

يقاس ارتفاع السحاب عادة فوق مستوى سطح محطة الرصد بواسطة الراصد ، ويستخدم الراصد لذلك بالونة تملأ بمقدار محدد من الأيدروجين أو الهيليوم وذلك حتى تكون سرعة البالونة معلومة ، ويتم حساب الزمن من لحظة انطلاق البالونة حتى بداية اختراقها السحاب من أسفل ، وعليه يمكن تحديد ارتفاع السحاب وذلك بضرب سرعة صعود البالونة فى مدة الصعود التى استغرقتها حتى وصلت إلى الجزء السفلى من طبقة السحاب ، مثال قد تكون سرعة البالونة ٥٠ متراً فى الدقيقة ، وقطعت البالونة المسافة فى ١٠ دقائق حتى بدأت تخترق السحاب، وعليه يكون ارتفاع السحاب هو ٥٠ × ١٠ = ٥٠٠ متر ، وقد تستخدم البالونة ليلاً ولكن يعلق بها من اسفل مصباح خاص ، وعندما يبدأ المصباح فى الاختفاء يبدأ حساب ارتفاع السحاب ولكن قد تصادف هذه الطريقة بعض الصعاب هى:

١- اختفاء البالونة بسبب سحابة عابرة فى مستوى أدنى من طبقة السحاب .

٢- تأثير الرياح على البالونة ودفعها وانحرافها على المستوى الرأسى.

٣- قد تستغرق البالونة زمن قليل قبل أن تنطلق إلى أعلى بسرعتها المعتادة .

٢- كشاف السحاب العادى :

يرسل الكشاف حزمة من الأشعة الضوئية المتوازية فى اتجاه رأسى، عند وصولها إلى قاعدة السحاب تظهر على شكل بقعة مضيئة واضحة على قاعدة السحاب ، وعن طريق قياس زاوية ارتفاع هذه البقعة

علـــى بعد مناسب من الكشاف يمكن حساب ارتفاع قاعدة السحاب ، ويتم قـياس زاويـــة الـبقعة المضـيئة فـــى اسفل السحاب بواسطة الأليداد أو الكلينومـــتر (شـــكل رقـــم ٢٩) ، ويتركب الأليداد من ذارع من النحاس الأصـــفر مثبـــت على لوحة من النحاس الأصفر أيضاً عليها تدريج مثل تدريج المنقلة الهندسية ، حيث تبدأ من الصفر فى كل من طرفيها وتنتهى بالـــتدريج ٩٠° عـــند القمة ، ويتحرك الذراع حول محور عمودى على مستوى اللوحة ، وكل من طرفى الذراع مدبب ومزود بسن عمودى عليه بحيث يستخدم السنان للتوجيه ، ويوضع الأليداد فى مكان مناسب يمكن منه رؤية الحزمة الضوئية عند زوايا الارتفاع المختلفة ، التى تتراوح عادة بين خمـــس درجات وخمس وثمانين درجة ، ثم يثبت فى القائم الرأسى بحيث يشـــير المؤشر أو طرف الذراع إلى الصفر عندما يكون الذراع أفقياً تماماً باستخدام ميزان تسوية .

ـ طريقة القياس :

تدار اللوحة النحاسية حتى تكون فى المستوى المار بكشاف الحساب ثم تحرك الشريحة النحاسية حتى يظهر السنان المدببان على استقامة واحدة مع العين والبقعة المضيئة ثم تقرأ الزاوية التى يشار اليها طرف الشريحة أو المؤشـــر المثبـــت بها ، ويستخرج ارتفاع قاعدة السحاب بواسطة هذه الزاوية من الجدول الخاص بذلك .



الأليداد



الكلينومتر

الشكل رقم (٢٩)

ثانياً : أجهزة قياس اتجاه السحاب وسرعتها :

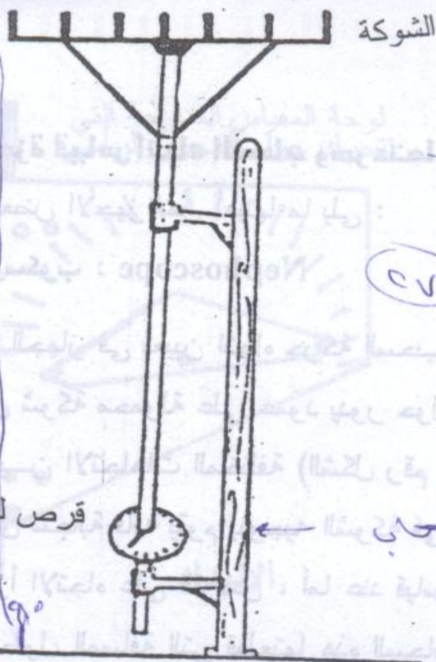
ويستخدم لذلك بعض الأجهزة من أهمها ما يلى :

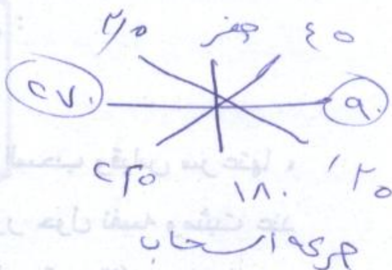
١ ـ جهاز النيفوسكوب : Nephoscope

يستخدم هذا الجهاز فى تعيين اتجاه حركة السحب وقياس سرعتها ، ويتكون الجهاز من شوكة محمولة على عمود يدور حول نفسه ومثبت عند قاعدته قرص يبين الاتجاهات المختلفة (الشكل رقم ٣٠). وعندما يريد الراصد رصد أى سحابة فانه يقوم بتوجيه الشوكة فى نفس اتجاه حركة السحابة ثم يقرأ الاتجاه على القرص ، أما عند قياس سرعتها فانه يتم حسابها على أساس طول المسافة التى قطعتها هذه السحابة فى مدة معينة ، كما تظهر من أقسام الشوكة والزاوية المحصورة بين الخط الرأسى عند مكان الراصد والخط الواصل بين نقطة وقوف الراصد والمكان الذى تحركت اليه السحابة .

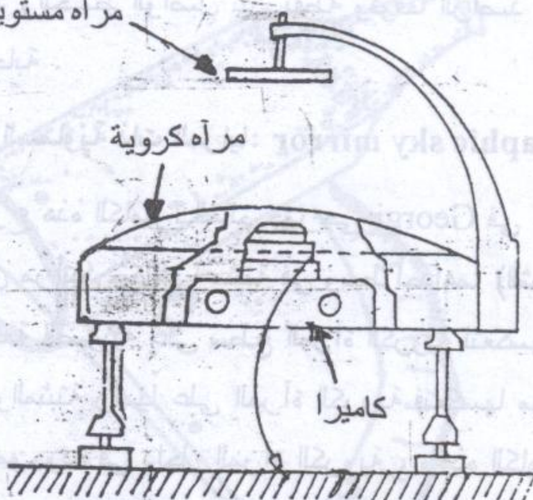
١- الكاميرا السماوية ذات المرايا: Photographic sky mirror

وقد اخترع هذه الكاميرا العالم جورجى Georgi فى عام ١٩٣٣ ، وهى تتكون من مرآتين وكاميرا مثبتة فى وسط احداهما (الشكل رقم ٣١) بحيث تسقط الأشعة الضوئية على سطح المرآة الكروية لتعكسها على سطح المرآة المستوية والمثبتة رأسياً على المرآة الكروية فتعكسها مرة ثانية على عدسة الكاميرا الموجودة فى داخل المرآة الكروية ، وهذه الكاميرا السماوية ذات المرايا تستخدم فى الحصول على صور للسحب التى تحجب الضوء فى





الشكل رقم (٣٠) جهاز قياس اتجاه حركة السحب



الشكل رقم (٣١) الكاميرا السماوية ذات المرايا

السماء ، ولقد أدخل عليها بعض التعديلات حتى أمكن استخدامها فى إلتقاط صــور الســحب المــرتفعة والتى تصل إلى ارتفاع حوالى ١٢٠٠٠ متر، وتستخدم هذه الصور فى معرفة أنواع السحب وارتفاعاتها المختلفة.

ـ استخدامات الأقمار الصناعية فى الأرصاد الجوية :

لقــد عــانى الإنســان منذ تواجده على سطح الأرض من الظواهر الجويــة ، وقــد حاول تذليلها والتعامل معها ، وعندما أعياه فهمها وأخافته ضراوتها جعل لكل ظاهرة إله وقدم له القرابين ، فجعل للرعد إله و للمطر إلــه مــثلما جعــل نبتون إله البحر ، وقد ظل الجو بما به من رعد ومطر وزوابــع وأعاصــير مصدر قلق وارهاب بالنسبة للانسان كما كان ولازال مصدر رزق وخير له، وفى كل الأحوال ظل فهمه للظواهر الجوية وقدرته علــى التنبؤ بأحوال الجو مسألة يحاول السعى اليها ، حيث أن هذه الأحوال تؤثر فى حياته ورزقه عن طريق الصيد والزراعة بطريق مباشر.

ونظراً لأننا نعيش فى المنطقة العربية وجنوب حوض البحر المتوسط فى ظروف جوية مستقرة نسبياً، إلى جانب عدم وجود الفوارق الواضحة بين فصــول السنة، فاننا لا نستطيع أن نقدر بشكل دقيق أهمية الأرصاد الجوية، ويمكن أن نلاحظ هذه الأهمية فى بعض مدننا الساحلية ، فمثلاً فى مصر من يعيشــون فــى مدينة الاسكندرية وبخاصة الصيادين الذين يحسبون مواعيد الــنوات ، وكيف يستطيع الفرد منهم أن يتنبأ بالأحوال الجوية اعتماداً على خــبرته الطويلــة ، وكيف أن هؤلاء الصيادون يرتبون حياتهم على حسب

أهواء البحر وتغيراته السريعة ، بينما فى دول أخرى مثل الولايات المتحدة واليابان وبعض دول غرب أوربا تلعب التنبأت الجوية دوراً اقتصادياً كبيراً فى تقدير المحاصيل والغلات ، وفى متابعة الأعاصير والزوابع ، والتى قد تتحول فى بعض الأحوال إلى كوارث طبيعية .

ومـن الأمثلة على هذه الكوارث الطبيعية ما يحدثه اعصار " **أندرو** " الـذى يهب على الساحل الشرقى للولايات المتحدة من خسائر هائلة خاصة فـى ولايـة فلوريدا، فان هذا الاعصار يسبب خسائر تقدر بعدة بلايين من الـدولارات، كمـا يـؤدى إلى تدمير شامل لمناطق واسعة داخل الولاية ، وكثـيرا مـا تمـد الحكومة الفدرالية يد العون والمساعدة لحكومة الولاية لمواجهـة هـذه الكـوارث ، ولا شك أنه بالامكان تقليل حجم الخسائر فى الأموال والأرواح بشكل كبير ، وذلك عندما يتمكن السكان من الرحيل بعيدا عن المناطق التى تقع فى مسار الاعصار ، ويتطلب ذلك متابعة شبه لحظية ، لأن هذه الأعاصير تغير مساراتها بشكل فجائى وسريع ولا يمكن التبنؤ به ، ومـن حسن الحظ أن الأقمار الصناعية يمكنها القيام بهذه المهمة ومتابعة مسارات هذه الأعاصير بشكل دقيق كما سيرد ذكره .

علـم الأرصـاد الجويـة علـم قديم ، أقدم بكثير من اطلاق الأقمار الصناعية وغزو الفضاء ، ويتم عن طريق محطات للأرصاد الجوية منتشرة فـى جمـيع أنحـاء العـالم ، وتمد هذه المحطات مراكز التنبؤات الجوية بمعلومـات كثيرة عن الجو وعناصره من درجات الحرارة وضغط وسرعة رياح وغيرها ، ويتم التنبؤ بالجو عن طريق نماذج رياضية ضخمة ومعقدة

ويحـــاول بهـــا خبراء الجو ، وهم فى الأصل دارسو فيزياء ــ محاكاة ما يحـــدث فى الطبيعة وبالتالى استنتاج زمن وموقع الأحداث الجوية المختلفة واذاعـــتها للتصرف بما يمليه الموقف للاستفادة من خيرها أو لتجنب النتائج الضارة للزوابع والأعاصير .

وينقســـم التنبؤ الجوى إلى ثلاثة أنواع : تنبؤ قصير ومتوسط وطويل المـــدى ، وتقـــل دقة التنبؤ بطبيعة الحال كلما زادت مدته ، ومن ثم يمكن الاعتماد على التنبؤات الجوية الدقيقة إذا لم تزد مدتها عن يوم أو جزء من اليوم ، ومع ذلك عند استخدام تنبؤ ليوم قد يصادفه خطأ كبير كما يحدث فى النشـــرات الجوية التى نطالعها فى التليفزيون ، ولذلك تستخدم بعض الدول المتقدمة مثل الولايات المتحدة حاسبات أكثر تعقيد وقوة مثل الحاسب الفائق Super Computer المعروف باسم كراى .

وكلمـــا زادت دقـــة وآلـــية المعلومات المتاحة لحاسبات التنبؤ الجوى ومراصـــده، كـــان التنـــبؤ أكثر دقة ، وقد كانت الأرصاد الجوية هى أحد التطـــبيقات المدنية التى استفادة مبكراً من الأقمار الصناعية ، ويمكن النظر إلى القمر الصناعى فى هذه الحالة على أنه برج مراقبة عالٍ جداً ويستطيع أن يكشـــف مســـاحة واسعة جداً من سطح الأرض والغلاف الجوى المحيط بالكرة الأرضية ، ومن ثم فانه يستطيع أن يعطى معلومات دقيقة تماماً عن بعض الظواهر الجوية مثل تراكيب السحاب وتحركاته .

ويـتم استخدام الأقمار الصناعية فى الرصد الجوى فى شكل نظامين للأقمار هما :

١- أقمار فى مدارات قطبية :

المدار القطبى مدار عمودى على خط الاستواء ، ويمكن تمثيله بحلقة حـول الكـرة الأرضـية تشبه تلك التى تستعمل فى النماذج التعليمية للكرة الأرضـية، وتـدور الكـرة الأرضية كلها تحت هذه الحلقة من الغرب إلى الشـرق بينما يدور هذا النوع من الأقمار الصناعية فى هذه الحلقة المدارية القطبـية مـن الشمال إلى الجنوب ، وبذلك يغطى القمر الصناعى كل نقط الكـرة الأرضـية التى تمر تحته فى لحظة ما على عكس المدار الاستوائى الثابـت الـذى يغطى نقطة واحدة طوال الوقت ، وليس هناك ارتفاع معين للمدار القطبى ، ولكنه يختلف حسب الاستخدام ، وتستطيع هذه الأقمار التى تدور حول الأرض فى فترات محددة لرصد وتصوير الظواهر الجوية التى تقع تحت مسارها .

٢- الأقمار الساكنة أو الثابتة جغرافيا: Geostationary Satellites

وتنطلـق إلى المدار الثابت على ارتفاع ٣٦ ألف كيلو متر من سطح الأرض ، وتستغرق دورة القمر الصناعى على هذا المدار الوقت نفسه الذى تسـتغرقه الأرض فى الدوران حول نفسها ، وعلى ذلك يبدو القمر ظاهريا وكأنـه ساكن أو قابع فوق بقعة معينة من سطح الأرض ، كأن يكون فوق المحـيط الهـندى مثلاً وذلك لمتابعة الظواهر الجوية التى تحدث فى منطقة الرصد .

تطور استخدام الأقمار الصناعية فى الأرصاد الجوية :

وقد مرت استخدامات الأقمار الصناعية بعدة مراحل على النحو التالى:

١- أقمار تيروس وكوزموس :

كـــان أول قمـــر اســـتخدم فـــى الرصد الجوى هو القمر الصناعى المستكشـــف ــ ٧ (Explorer ــ 7) الذى أطلقته الولايات المتحدة فى عام ١٩٥٩ ، وكان يحمل أول تجربة لقياس التغيرات فى الجو ، وتبع ذلك سلســـلة أقمار تيروس Tiros وكان القمر تيروس ـــ ١ الذى أطلق فى أول ابـــريل ١٩٦٠ هـــو أول قمر صناعى يسجل صور بالأشعة تحت الحمراء لتكوينات السحب فى طبقات الغلاف الجوى المنخفضة ، وقد أطلق من هذه المجموعات سبعة أقمار بين ١٩٦٠ ـــ ١٩٦٣ وضعت فى مدار شبه قطبى على ارتفاع ٨٠٠ كم ، وكان القمر يتم دورته حول الأرض كل ١٠٠ دقيقة، ولقـــد أثبتت هذه المجموعة فعالية استخدام الأقمار الصناعية لرصد ومراقبة الأحوال الجوية .

وشـــمل البرنامج الثانى للأرصاد الجوية باستخدام الأقمار الصناعية اطـــلاق تســـعة أقمـــار على ارتفاع ١٦٠٠ كيلو متر ، وذلك فى الفترة من ١٩٦٦ ـــ ١٩٦٩ ، وفى عام ١٩٧٠ تم اطلاق أول قمر من طراز تيروس المحســـن والمســـمى " أتـــيوس Itos " وقد استخدم فى التقاط صور مرئية وحرارية لتجمعات السحب بدقة تبلغ كيلو متر واحد ، وتعتبر هذه الدقة كافية لتميـــيز تكوينات السحب المهمة العالية منها والمنخفضة ، وفى ذات الفترة نفســـها تقريباً أطلق الاتحاد السوفيتى سلسلة أقمار كوزموس ، والتى كانت

تخدم أغراضاً مختلفة عسكرية ومدنية ، ومنها رصد الأحوال الجوية، ومن هــذه السلسلة كان القمران كوزموس ــ ١٤٤ و كوزموس ــ ١٥٦ أساساً لنظام أرصاد جوية يسمى " ميتور ".

٢-سلسلة أقمار نيمبوس Nimbus الأمريكية :

فـــى عـــام ١٩٦٤ أطلقت وكالة الفضاء الأمريكية " ناسا " أول قمر صناعى من سلسلة سميت " نيمبوس Nimbus " وخصصت هذه المجموعة لاختـــبار التكنولوجيات الجديدة ، وحملت هذه المجموعة سلسلة من الأجهزة المـــتطورة ، فخصص القمر الأول منها للتصوير المرئى والحرارى وحمل القمـــر نيمبوس ــ ٤ فى ابريل ١٩٧٠ أول أجهزة لقياس التدرج الحرارى الرأسى .

وفى ديسمبر ١٩٧٢ حمل نيمبوس ــ ٥ كاميرات ميكروموجية قادرة على الرؤية خلال السحب ، أما الأجهزة التى حملها نيمبوس ــ٦ فهى التى تحملهـــا الأقمـــار الصناعية منذ ١٩٧٨ للقياسات الحرارية والميكروموجية وتستخدمها الوكالة القومية الأمريكية للمحيطات والجو NOAA وهى الهيئة المـــنوط بها متابعة بحوث الأرصاد الجوية فى أمريكا ، والجيل الثالث من أقمـــار " إيســـا Essa " وأمكن اختزان الصور فيها على شرائط مغناطيسية لـــتذاع علـــى محطات المتابعة فى عدة بلاد حسب الطلب ، وقد أطلق منها ثمانية أقمار واشتركت مصر والكويت فى استقبال صور القمر " إيسا ــ ٨" لتطعيم النشرات الجوية لرفع مستوى دقتها .

- كيف يتم استخدام الأقمار فى الأرصاد الجوية :

ان مفاتيح النماذج الرياضية لحركة الجو هى توزيع الضغط ودرجات الحـــرارة وســمك كثافة الطبقات الجوية ، ويمكن حساب حركة الرياح عن طــريق غــير مباشر برصد حركة السحب من أقمار ساكنة ، ويمكن لهذا الغــرض تمثــيل القمر الصناعى براصد على ارتفاع كبير جداً من الأرض مزود بتلسكوبات ذات قدرة عالية فى كل من النطاقين المرئى والحرارى ، ويسجل هذا الراصد حركة السحب قريباً من سطح الأرض وتدرج درجات الحرارة داخل طبقات السحب .

ويشــبه رصــد حــركة السحب رصد التفاصيل المرئية على سطح الأرض، فالسحاب يمكن رؤيته وتصويره بوضوح ، وتستنتج حركة السحب مــن تغير مواقعها مع الزمن ، ومنها يمكن تحديد سرعة الرياح ، وتستطيع الأقمــار تحديــد سمك طبقات الغلاف الجوى ايضاً ، ويفيد ذلك فى تحديد مناطق الضغط الجوى المرتفع والمنخفض وتيارات الهواء وتوزيع درجات الحرارة ، ويتم ذلك عن طريق قياس ما يسمى بالتدرج الحرارى الرأسى .

وحيث أننا لا نستطيع استخدام ترمومترات لقياس درجة الحرارة عند كــل كيلو متر من ارتفاع الغلاف الجوى ، لذلك لابد لنا من استخدام طريقة أخــرى لقــياس درجات الحرارة فى طبقات الغلاف الجوى المتتابعة ، وإن كان القياس فى الترمومترات يتم عن طريق ظاهرة التوصيل الحرارى ، فان قــياس درجــات الحـــرارة بواسطة الأقمار الصناعية يتم عن طريق قياس

الاشـــعاع الحـــرارى ، ويــتم ذلك لأن الغلاف الجوى يمكن أن تنفذ خلاله الأشـــعة الضـــوئية ، إلا أنه يمتص الأشعة الأخرى بداية من الأشعة فوق البنفسجية إلى أشعة جاما بدرجات متفاوتة ، ويساعد امتصاص الأشعة تحت الحمــراء بواسـطة مكونـــات الغــلاف الجوى المختلفة على قياس التدرج الحرارى فى طبقات الجو .

إن الأشعة تحت الحمراء التى تخرج من أعلى الغلاف الجوى ، والتى يتم قياسها بواسطة الأقمار الصناعية هى أشعة خرجت بعد أن تم امتصاص بعضـــها ، وهى لذلك تحتوى على معلومات عن مقدار الامتصاص الذى تم بكــل الطــبقات واحدة بعد الأخرى والذى يعتمد على درجة الحرارة فقط ، وبذلــك فقــياس درجات الاشعاع الحرارى على ارتفاعات مختلفة يمكن من حساب درجات الحرارة عند هذه الارتفاعات ، ويدمج نتائج التدرج الحرارى مع قياسات الضغط عند ارتفاعات مختلفة يمكن حساب كثافة طبقات الغلاف الجوى فى منطقة معينة من الكرة الأرضية .

ويــتم ادخـــال المعلومـــات الخاصة بكثافة طبقات الغلاف الجوى مع معلومـــات حـــركة الـــرياح وغـــيرها من المعلومات فى النماذج الرياضية الحاسوبية الكبيرة ، التى سبق الحديث عنها والتى تستطيع ــ بناء على هذه المعلومات ــ اعطاء معلومات وتنبؤات أكثر دقة عن حالة الجو على المدى الطويل.

لقــد تحسنت الأرصاد الجوية بإستخدام الأقمار الصناعية كثيراً ، واذا كانــت الصــورة التى رسمناها فى الفقرات السابقة تبدو مجردة ورياضية بعض الشىء ، فان هناك صورة أخرى تجسد أهمية الأقمار الصناعية بشكل ملموس ، وهذه هى صورة العواصف الرملية فى شمال افريقيا وفى صحراء العرب مثل أعاصير المحيطين الأطلنطى والباسفيكى على سواحل الولايات المتحدة واليابان ، وفى بحر الشمال تأخذ كلها صورة مرئية وتتحرك حركة ملحوظة يمكن رصدها من الأقمار ، بل يمكن تحديد عين الاعصار ورؤية اتجاه دورانه من الصور الملتقطة من هذه الأقمار .

-أنواع أقمار الأرصاد الجوية :

أدركت دول كثيرة الفائدة المباشرة التى تعود عليها من أقمار الأرصاد الجوية فأطلقت عدة دول ــ ومنها دول نامية ــ أقمارها الخاصة بالأرصاد، ومــن هذه الدول اليابان وأوربا والهند ، وهذه الأقمار أقمار ساكنة ويغطى كــل منها منطقة معينة من سطح الأرض ، ولذلك تستفيد منها مباشرة دول معيــنة أو مجموعــة مــن الدول تكون هى عادة التى ستتولى اطلاق القمر الصناعى وتحمل نفقاته وتغطى هذه الأقمار فى مجملها الكرة الأرضية كلها، وتنقسم إلى مجموعتين متكاملتين :

المجموعة الأولى : فى مدار ثابت جغرافياً عند خط الاستواء وتتكون من أربعة أقمار وهى موزعة على النحو التالى :

١- سلســلة جويــز Goes الشـرقية والغربية : وهما قمران أطلقتهما الولايــات المــتحدة على المدار الثابت جغرافياً Goestationary Orbit ويغطـيان أمــريكا الشـمالية والجنوبية والمحيط الهادى الغربى، وقد أطلق من مجموعة جويز Goes سبعة أقمار فى الفترة من ١٩٧٥ إلى ١٩٨٧ .

٢- ميتوسـات Meteosat : أقمار أوربية فى المدار نفسه بدأ اطلاقها عام ١٩٧٧ وتغطى أوربا وافريقيه والشرق الأوسط ، وقد أطلق من مجموعــة متيوسات خمسة أقمار فى الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨١ وتتعدد الاطلاقات فى حالة تعطل بعض وظائف القمر أو لاستبداله بعد انتهاء عمره الفتراضى.

٣- انســات Insat : قمــر هندى فى مدار ثابت حول خط الاستواء ، ويغطــى شبه القارة الهندية والمحيط الهندى وجزءا من آسيا ، وقد أطلــق من هذه المجموعة من الأقمار انسات ١أ ، ١ب ،١جــ من ١٩٨٢ إلى ١٩٨٨ ثم انسات -٢ فى ١٩٩٠.

٤- سلسلة أقمار ج.م.س GMS اليابانية أطلق منها Gms1 , Gms2 Gms3، فى الفترة من ١٩٧٧ إلى ١٩٨٤ وتغطى استراليا وغربى المحيط الهادى .

المجموعــة الثانــية : فى مدار قطبى عمودى على المدار الاستوائى الثابت وتتكون من الأقمار الآتية :

١- تيروس Tiros : وهى أقمار أمريكية على ارتفاع ٨٠٠ كيلو متر، وقد أطلق منه سبعة أقمار .

٢- NOAA قمــران أمريكــيان على الارتفاع نفسه تقريباً ويعطيان بيانات جوية لكل الكرة الأرضية كل ست ساعات .

٣- ميتور METEOR روسى على ارتفاع ٨٠٠ كيلو متر تقريباً فى مدار قطبى ، وقد أطلق من METEOR I ثلاثون قمراً فى الفترة مــن ١٩٦٩ إلــى ١٩٧٨ وتــلاه بــرنامج METEOR II , METEOR III .

الفصل الرابع

خرائط الطقس

Weather Maps

الفصل الرابع

خرائط الطقس

Weather Maps

ـ خريطة الطقس Weather Map:

الطقس هو حالة الجو فى فترة زمنية قصيرة قد تكون ساعة معينة أو يوم أوبضعة أيام ، وعليه فإن خريطة الطقس هى الخريطة التى توضح حالة الجـو أثناء هذه الفترة القصيرة ، وغالباً ما تكون خريطة الطقس تمثل حالة الجو فى يوم واحد ، وان كانت معظم محطات الأرصاد الجوية فى السنوات الأخيرة تقوم باعداد ورسم أكثر من خريطة للطقس فى اليوم الواحد ، وذلك نتيجة أن الطقس قد يتغير من ساعة لأخرى ومن يوم لآخر مثل الطقس فى انجلـترا، ولا تقتصـر خـرائط الطقس على اظهار حالة الجو على سطح الأرض ، بـل أصـبحت ترسم خرائط للطقس فى طبقات الجو العليا على ارتفاعات مختلفة من سطح الأرض ، فمثلا توجد خرائط لارتفاعات ١,٥ ، ٣ ، ٦ كـيلو مـتر، وفـى بعـض الـدول قد ترسم خرائط أعلى من هذه المستويات .

وتنقسـم عناصـر الطقـس إلى عدة أنواع منها درجة الحرارة وكمية الأمطـار الـتى تمـثل أحد عناصر التساقط ، هذا إلى جانب عناصر التساقط Percipitation الأخرى والتى تتمثل فى الثلج والبرد والضباب والـندى والصـقيع ، وكذلك بعض عناصر الطقس الأخرى مثل نسبة

الـــرطوبة والضغط الجوى والرياح والسحاب ومقدار الاشعاع الشمسى الواصل إلى سطح الأرض .

وفيما يلى نستعرض بعض عناصر الطقس الهامة :

ـ الرطوبة : Humidity :

وتعـــنى الرطوبة كمية ما يحتويه الهواء من بخار الماء ، ويتم قياس هـــذه الكميات فى محطات الأرصاد ـــ كما سبق أن ذكرنا ـــ بعدة أجهزة مـــنها الترمومـــتر المـــبلل والترمومـــتر الجـــاف وهو جهاز الهيجرومتر Hygrometer ، وقـــد فرقـــنا فـــيما ســـبق بين كل من الرطوبة المطلقة Absolute Humidity والـــتى تعـــنى كمية بخار الماء الموجود فعلاً فى حجـــم معيـــن من الهواء ، والرطوبة النسبية Relative Humidity والتى تعـــنى نسبة كمية بخار الماء الموجود فى الهواء إلى ما يستطيع الهواء أن يحمله بالفعل عند التشبع فى نفس درجة الحرارة .

ويعـــرف الهـــواء عـــندما تصل رطوبته النسبية إلى ١٠٠ ٪ أنه قد وصلت درجة حرارته إلى نقطة الندى Point ـ Dew حيث يكون الهواء مشـــبعاً ببخار الماء ، وإذا ما حدث انخفاض فى درجة حرارة الهواء الذى وصـــل إلـــى نقطة الندى فانه يحدث له التكاثف ، كما أنه من الملاحظ أن الهـــواء الدافىء يستطيع أن يحمل كمية أكبر من بخار الماء مما يستطيع أن يحملهـــا الهواء البارد ؛ وذلك لأن برودة الهواء تؤدى إلى حدوث التكاثف، وهـــذا ما يؤدى إلى ظهور بعض قطرات المياه على الأسطح الزجاجية عند

انخفاض درجات حرارة الهواء لأن هذه الأسطح أكثر برودة من الهواء ، كما يحدث نفس الشيء فى الصباح الباكر على أوراق الشجر .

- التغيم (السحاب) :

وتعنى درجة التغيم فى الطقس بأنه نسبة الجزء الذى تحجبه السحب من السماء ، والذى يقوم برصده المترولوجيون فى محطات الأرصاد ، وتمثل السحب تكاثف جزئى لبخار الماء وذلك على شكل ذرات مائية دقيقة لا يسمح انتشارها وخفة وزنها على التساقط ، وتنشأ السحب نتيجة لارتفاع الهواء المشبع بالماء إلى أعلى وانتشاره ومن ثم بردوته تبعاً لنقص الضغط الجوى المصاحب لارتفاعه .

- أنواع السحب :

وتنقسم السحب إلى أربعة أقسام هى : منخفضة Low ومتوسطة Middle وعالية High وممتدة رأسياً Vertically Extended ، كما يتضح من الشكل رقم (٣٢) وهى أقسام متداخلة تتدرج بدورها فى مجموعات مثل : المجموعة العمودية Cumulus (Cu) وهى مجموعة الركامى والتى يسود فيها التكوين الرأسى ، وتتراوح بين السحب الصغيرة والبيضاء الخفيفة Flufly مثل تلك السحب التى تظهر بعد ظهيرة أيام الصيف (الشكل رقم ٣٣ أ) إلى السحب السوداء الرعدية والتى تعرف بالمزن الركامى Cumulonimbus (cb) الشكل رقم (٣٣ ب) التى

أنواع السحب(أ)

سحب ثلجية
سحب مرتفعة
تحول من الثلج إلى
الماء والعكس
سحب متوسطة
الارتفاع
سحب عن
نقط ماء
سحب منخفضة
تساقط برد أو ضباب

سمحاق ركامى
سمحاق
سندان
سمحاق طبقى
طبقى متوسط
ركامى متوسط
الارتفاع
الارتفاع
المزن الطبقى
ركامى طبقى
طبقى
المزن الركامى
الارتفاع بالكم
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0

تكوين السحب (ب)

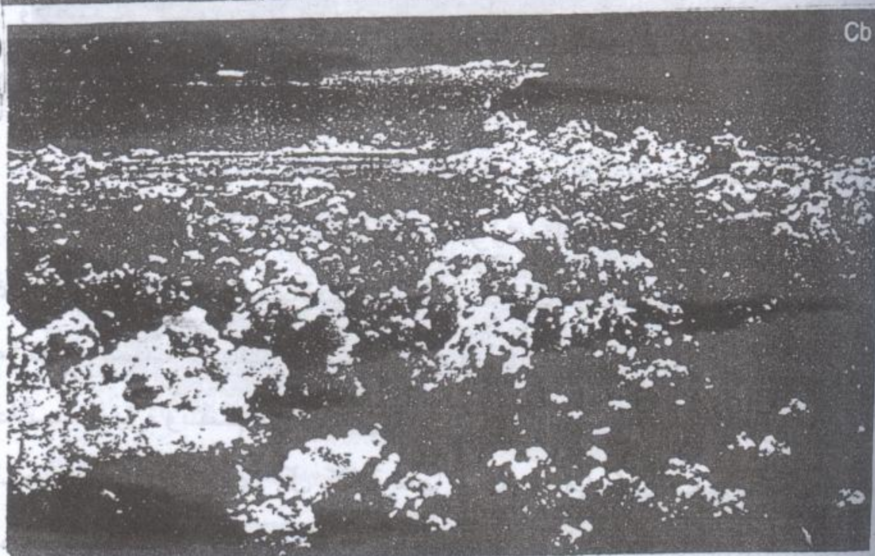
صعود رأسى سندانى
كتلة هوائية
صعود رأسي
مرتفع
ارتفاع فوق
التضاريس
صعود محلى مرتفعة
صغير محدود
هريكين
سحب تضاريسية
سحب حملية

الشكل رقم (٣٢) : (أ) أنواع السحب الرئيسية وارتفاعها
(ب) عمليات تكوين السحب الرئيسية

(أ)



(ب)



شكل(٣٣)

تنـــتج عـــنها الأمطـــار أو الثلوج، وعادة تشير إلى مجموعة السحب التامة التكوين مثل المزن الطبقى Nimbostratus (Ns) .

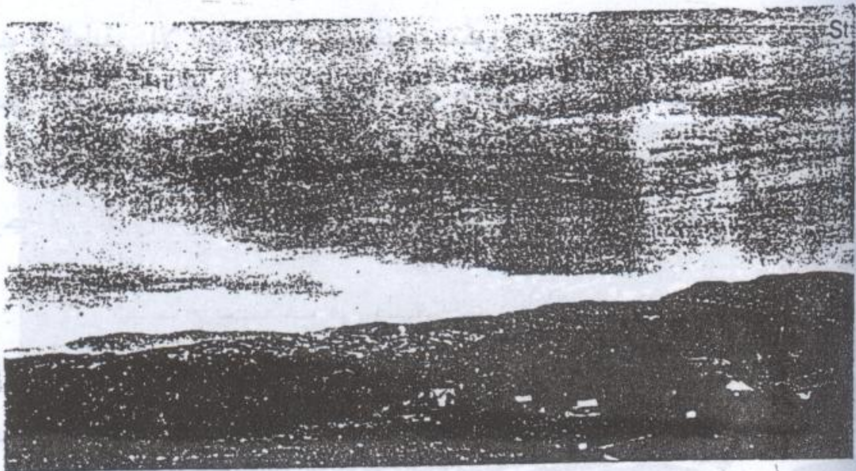
أما السحب الطباقية (طبقى Stratus) والتى يسود فيها الامتداد الأفقي فتنقسم إلى عدة أشكال يميزها ارتفاعها واختلاف درجة حرارتها، وأمـــا السحب المسمـــاة بالسمحاق Cirrus (Ci) فهى سحب عاليـــة قد يـــزيد ارتفاعهـــا عن ٦ كيلو متر ، ومن أشهر أنواعها السمحاق الطبقى Cirrostratus وكذلك السمحاق الركامى Cirrocumulus والسحب من نـــوع الســـمحاق وهى عموماً سحب خفيفة حريرية المظهر شفافة نوعاً وبيضـــاء اللـــون ولا يظهـــر لهـــا ظـــل تـــتكون مـــن بلورات ثلجية (الشكل رقم ٣٤ أ).

أمـــا أكثر السحب الطباقية انخفاضاً وهى التى تعرف باسم Stratus (St) (الطـــبقى) والتى تتكون من قطرات مائية سائلة ، وتظهر فى شكل غيم قاتم ، وكثيراً ما يصاحبها سقوط رذاذ مطرى خفيف (الشكل ٣٤ ب) أما نوع السحب الطباقية الرأسية Startocumulus (Sc) فتظهر فى شكل خلايـــا مميزة وتنقسم إلى نوعين هما : Altostratus (AS) وهى مماثلة للـــنوع الطبقى إلا أنها أقل كثافة منها ، تتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى ، وأقل قابلية للسقوط والنوع الثانى Altocumulus (AC) (الشكل رقم ٣٥)، وهو نوع عمودى ذو تكوين رأسى كبير ، وقاعدة عالية لدرجة أن يتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى أيضاً .

(ج)



(د)



شكل(٣٤)

ارتفاعها عن ٦ كيلو متر ، ومن أشهر أنواعها السمحاق الطبقى Cirrostratus وكذلك السمحاق الركامى Cirrocumulus والسحب من نوع السمحاق وهى عموماً سحب خفيفة حريرية المظهر شفافة نوعاً وبيضاء اللون ولا يظهر لها ظل تتكون من بلورات ثلجية (الشكل رقم ٣٤ أ).

أما أكثر السحب الطباقية انخفاضاً وهى التى تعرف باسم Stratus (St) (الطبقى) والتى تتكون من قطرات مائية سائلة ، وتظهر فى شكل غيم قاتم ، وكثيراً ما يصاحبها سقوط رذاذ مطرى خفيف (الشكل ٣٤ ب) أما نوع السحب الطباقية الرأسية Startocumulus (Sc) فتظهر فى شكل خلايا مميزة وتنقسم إلى نوعين هما : Altostratus (AS) وهى مماثلة للنوع الطبقى إلا أنها أقل كثافة منها ، تتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى ، وأقل قابلية للسقوط والنوع الثانى Altocumulus (AC) (الشكل رقم ٣٥)، وهو نوع عمودى ذو تكوين رأسى كبير ، وقاعدة عالية لدرجة أن يتكون من قطرات ماء تحت درجة الصفر المئوى أيضاً .

ولأن المناخ يختلف فى طبيعته عن الطقس ، فإن خرائط الطقس خرائط دقيقة ترتبط بعمليات الرصد المختلفة التى تقوم بها محطات الأرصاد الجوية فى أوقات معينة وساعات محددة ، ولذلك فإنها تستلزم السرعة فى رسمها ومن أجل ذلك ولرسم هذه الخريطة ، فإن محطات الأرصاد تقوم بترجمة بيانات الرصد التى يتم رصدها فى محطات الأرصاد المختلفة والتى يتم تبادلها باستخدام شفرة خاصة معترف بها دولياً من قبل (منظمة الأرصاد

هـ

Sc

و

Ac

شكل(٣٥)

الجويــة العالمــية)، ويــتم تــناقل هذه المعلومات باللاسلكى بجهات العالم المختلفة ، ولا يتم التبادل بأسمــاء محطات ولكن يتم ذلك عن طريق أرقام كوديــة ، فالعــالم مقسم إلى مناطق كبرى لكل منها رقم كود Index– number فمــثلاً مــنطقة شمال شرق افريقيا وتضم ليبيا ومصر والسودان تحمل رقم كود (٦٢) ، وتحمل منطقة المغرب العربى وتضم دول تونس والجزائر والمغرب وموريتانيا رقم كود (٦٠) ، ومنطقة جنوب غرب آسيا وتضــم شــبه الجزيرة العربية وإمتدادها فى دول الهلال الخصيب وكل من إيران وأفغانستان وتأخذ رقم كود (٤٠) ، بينما المنطقة التى تضم جزيرة انجلــترا وجزيــرة أيرلــندا فــتحمل رقــم كــود (٠٣) وهكذا ...

ويلاحــظ أن تقسيم هــذه المناطق يكون على أساس وضع وحدات سياســية متجاورة فى رقم كود واحد ، على أن تمثل الحدود الخارجية لهذه الوحــدة السياسية حدود هذا الرقم ، ولا تمثل الحدود بين هذه الدول حدود فاصــلة مع أن هذه الدول تضم كل منها فى داخلها على العديد من المراصد الجوية بأنواعها المختلفة ، ويقصد بأنواع المراصد هنا درجة تقدم الأجهزة الموجــودة بالمرصد الجوى ، وعدد مرات الرصد التى تتم فى هذا المرصد الجوى ، وتبعا لذلك تنقسم المراصد إلى ثلاث درجات ويكون ذلك مبنياً على طول الفترة التى تفصل بين ارسالها لأرصادها وهى :

١- مراصــد الدرجــة الأولــى : وهى التى تذيع بياناتها كل ثلاث ساعات .

٢- مراصد الدرجة الثانية : وهى التى تذيع بياناتها كل ست ساعات.
٣- مراصد الدرجة الثالثة : وهى التى تذيع بياناتها ١٢ ساعة.

- الرموز والشفرات المستخدمة فى خرائط الطقس :

وتنقســم الــرموز والشفرات فى خرائط الطقس إلى أربعة أقسام تبعاً لأهم العناصر المكونة للطقس وهذه الأقسام هى :

١- الرموز والشفرات المستخدمة فى الضغط الجوى .
٢- الرموز والشفرات المستخدمة فى اظهار أنواع السحب وأشكالها.
٣- الرموز والشفرات الموضحة للتساقط أو مظاهر التكاثف .
٤- الرموز والشفرات الخاصة بالعواصف والرياح .

أولاً : الرموز والشفرات المستخدمة فى الضغط الجوى :

يقــاس الضـــغط الجوى بواسطة البارومترات الزئبقية أو المعدنية أو باســتخدام الباروجراف ويتم تسجيل الضغط بوحدات ـ كما سبق القول ـ وهى البوصة أو المليمتر ، وإن كان الشائع بين المترولوجين استخدام وحدة القياس المعروفة بالملليبار ، حيث يساوى ٠,٠١ بوصة ٣,٤ ملليبار أى أن البوصة تساوى ٣٤ ملليبار ، أى أن ١٠٠٠ ملليبار = ٢٩,٥٣ بوصة .

ولأن الضـــغط هـــو وزن عمود الهواء من سطح الأرض حتى نهاية الغلاف الغازى ، فإن الضغط ينخفض بالارتفاع إلى أعلى ، ويدل على ذلك انخفــاض ارتفاع عمود الزئبق داخل البارومتر الزئبقى ، ومن خلال هذا الارتفـــاع يمكن تقدير ارتفاع الجبال ، وقد يختلف الضغط الجوى من ساعة

إلى أخرى فى مكان واحد ، كما يختلف من مكان لآخر تبعا لظروف أخرى. ولا يحس الانسان عادة بهذه التغيرات فى الضغط إلا إذا قل الضغط بالشكل الــذى يحافظ على اتزان الانسان فيصيبه الدوار ، أو أن يحدث اختلاف فى الضغط فى المستوى الأفقى من منطقة لأخرى فيسبب الرياح التى يشعر بها الانسان .

ويــتم تمثــيل الضغط على خرائط الطقس بخطوط الضغط المتساوية Isobars وهو العنصر الوحيد الذى يمثل بهذه الطريقة ، وربما يلجأ الراصد لذلـك لأنه العنصر الجوى الذى يعتبر حلقة الوصل الواضحة فى الأحوال الجويــة العامة ، فهو فضلاً عن ارتباطه بالحرارة ارتباطاً وثيقاً فهو يتحكم فــى بــاقى عناصــر المناخ مثل اتجاهات وقوة الرياح وما يرتبط بها من عناصر التساقط حيث أنها هى التى تحرك السحب وما يصاحبها من أمطار أو ثلوج وغيرها، أو أن تكون رياح جافة أو تحمل الأتربة .

وترســم خطوط الضغط المتساوى باللون الأسود يفصل بين كل منها فاصــل رأســى واحد على حسب مقياس رسم الخريطة ، والفاصل الرأسى المستخدم فى خرائط الطقس المصرية الخاصة بالضغط يبلغ واحد ملليبار . ويكتــب علــى كــل خط من هذه الخطوط رقم معين هو عبارة عن مقدار الضــغط الجوى بالملليبار ، وقد يكتب الرقم كاملاً فى بعض الخرائط ، كما هــو الحــال فى خرائط الطقس المصرية ، أو تكتب منه ثلاثة أرقام فقط ويعــنى ذلـك أن مــا كتب هو عبارة عن أول رقمين صحيحين فى الرقم الأصلى والكسر العشرى.

مثال : الرقم ١٠٥ يعنى أن الضغط مقداره ١٠١٠,٥ ملليبار والرقم ١١٢ يعنى أن الضغط الأصلى ١٠١١,٢ ملليبار ، وأن الرقم ٩٩٨ يعنى أن الضـــغط الأصـــلى ٩٩٩,٨ ملليبار وهكذا ، كما يكتب الحرف (H) على خرائط الضغط الجوى فى وسط منطقة الضغط المرتفع وهو اختصار لكلمة High أى مـــرتفع ، كما يكتب الحرف (L) للدلالة على مناطق الضغط المنخفض وهو أيضا يعنى اختصار كلمة Low أى منخفض .

الكتل الهوائية والجبهات

Air Masses and Fronts

أولاً : الكتل الهوائية :

تـــتحكم الكـــتل الهوائية فى حالة الطقس ، والكتلة الهوائية عبارة
جزء كبير من الهواء المتجانس من ناحية حرارته ورطوبته (بخار الماء
) وتـــتكون إذا ظل الهواء لفترة طويلة فوق سطح متجانس يتميز بالمسا
الواســعة ، وذلك حتى يكتسب الهواء صفات هذا السطح أو الاقليم، وتس
هذه الأقاليم التى تنشأ بها الكتل الهوائية بأقاليم المصادر ouece Regions
ومعظـــم مناطق تكون الكتل الهوائية توجد فى مناطق الضغط المرتفع ح
أن الهـــواء راكد وحركته الرأسية ضعيفة ، ومن أمثلة ذلك سيبيريا وشم
كندا فى فصل الشتاء ، والصحراء الكبرى فى فصل الصيف.

وعمومـــاً لا تظـــل الكـــتل الهوائية فى أماكنها طوال الوقت ، و
تتحرك أويتحرك جزء منها ، ومن ثم يصادفها بعض التعديلات فى صف
المناخـــية مـــن ناحـــية الحرارة والرطوبة خاصة فى أجزائها السفلى نتي
لمرورها على أسطح تختلف فى صفاتها المناخية عن الأسطح والتى نش
بها الكتلة فى مصادرها الأصلية ، وكذلك فى صفات الكتلة الهوائية نفسه
غـــير أن الكـــتل الهوائـــية تظل محتفظة بالكثير من صفاتها الأساسية ا
اكتسبتها فى أقاليم مصادرها الأصلية .

ـ تقسيم الكتل الهوائية :

ويمكـــن تقسيم الكتل الهوائية حسب العروض التى تنشأ فيها وحسب طبـيعة السـطح الذى تتكون فوقه يابساً كان أو ماءاً ، وبالتالى توجد عدة طـرق لتقسيم الكتل الهوائية ، وتستخدم الحروف الأبجدية كرموز لتمييز الكتل الهوائية ، فمثلاً إذا كانت الكتلة الهوائية قطبية فانه يرمز لها بالحرف (A) أو أن تكـون كتلة مدارية ويرمز لها بالحرف (T)، وعلى ذلك يكون التقسيم على أساس خطوط العرض، أما إذا كان التقسيم على أساس طبيعة المصدر كأن تكون كتلة هوائية قادمة من اليابس ويرمز لها بالحرف (C) أو كتلة قادمة من فوق مسطحات مائية ويرمز لها بالحرف (M) .

ويمكـن التقسـيم على أساس تميز الكتلة الهوائية بالثبات أو عدم الثـبات، فالكـتلة التى تتميز بالثبات يعنى ذلك أن انخفاض الحرارة فيها بالارتفـاع فـي أجزائها المختلفة أقل من المعدل العادى ، وكان احتمال سـقوط أمطار منها احتمالاً ضعيفاً ويرمز لهذه الكتلة بالحرف (S) أما إذا كانـت الكتلة غير ثابتة فإنه يرمز لها بالحرف (U) . أما إذا كانت الكتلة الهوائية أبرد من السطح الذى تمر فوقه فإنه يرمز لها بالحرف (K) ، أما إذا كانـت أدفـأ من هذا السطح فيرمز لها بالحرف (W) ومن خلال هذه الحروف يمكن التعرف على صفات الكتلة الهوائية :

مـثال : إذا رمـز لكتلة هوائية بالحروف (Pcsk) فإنها كتلة ذات أصـل قطـبى قارى أى أنها قادمة من العروض العليا من داخل القارات

وتتميز بالثبات ، ولا يحتمل أن يصاحبها سقوط أمطار، كما تتميز بانخفاض درجة حرارتها عن الأسطح التى تمر فوقها، حيث أنها قادمة من اتجاه القطب فى إتجاه خط الإستواء.

مثال آخر :كتلة هوائية يرمز لها بالحروف (Tmuw) فمعنى ذلك أنها ذات أصل مدارى بحرى أى أنها قادمة من العروض المدرية ، وتتكون فوق مسطحات مائية ، كما أنها غير ثابتة ويحتمل أن تصاحبها أمطار ، كما تتميز بأن درجة حرارتها أدفأ من الأسطح التى تمر فوقها، حيث أنها قادمة من إتجاه خط الإستواء فى إتجاه القطب. ويمكن تقسيم هذه الكتل إلى الانواع التالية :

١- الكتل الهوائية فوق الجليد الدائم:

وهى كتل تتكون فوق مناطق الجليد الدائم كالمناطق المتجمدة حول القطبين والمناطق المجاورة لها والتى يكسوها الجليد بصفة دائمة مثل جرينلند والجزر والمسطحات المائية المجاورة لها في نصف الكرة الشمالى ، وقارة أنتاركتيكا في النصف الجنوبى من الكرة الأرضية ، وتتميز هذه الكتل بشدة برودتها وندرة بخار الماء فيها وعادة ما يكون تحركها نحو الغرب أى من الشرق إلى الغرب ويرمز لها بالحرف (A).

٢- الكتل الهوائية القطبية القارية : Continental Polar

ويرمز لهذه الكتلة بالحروف (CP) وتتكون في العروض العليا فى المناطق القطبية أثناء الفصل البارد من السنة، وحينما توجد مناطق

الضـــغط المرتفع. ومن أهم المناطق التى تنشأ فيها سهول كندا وسيبيريا، وتمتاز ببرودة هوائها وجفافه النسبى، وتعتبر هذه الكتل أهم مصادر الهواء الـــبارد في نصف الكرة الشمالى في فصل الشتاء، والتى تأتى من سهول ســـيبيريا وشـــمال شرق أوروبا، فتهب على مناطق مناخ البحر المتوسط والشرق الأوسط في فصل الشتاء، وقد تمتد هذه الكتل الهوائية الباردة حتى المـــناطق الاستوائية، ولا توجد هذه الكتل في نصف الكرة الجنوبى لعدم وجـــود يـــابس حول الدائرة القطبية الجنوبية، أى أنها كتل ترتبط بنصف الكرة الشمالية.

٣- كتل هوائية قطبية بحرية : Marine Polar

ويرمـــز لهـــذه الكتل بالحروف (MP) وتظهر فوق شمال المحيط الأطلـــنطى، وهى في الأصل كتل قطبية قارية تكونت فوق سهول كندا ثم انتقلت نحو شمال المحيط الأطلنطى، ويتميز هوائها بأنه أقل برودة وأكثر رطوبة من هواء الكتل القطبية القارية ، وتكثر هذه الكتل في نصف الكرة الجنوبى عنها في نصف الكرة الشمالى ، وذلك لاتساع مساحة المسطحات المائية بالنصف الجنوبى، أى سيادة الماء وإختفاء اليابس تقريباً.

٤- كتل هوائية مدارية :

وتتكون في مناطق الضغط المرتفع المدارى المسماه باسم "**عروض الخيل**" فوق اليابس والماء وبالتالى تنقسم إلى :

أ- الكتل الهوائية المدارية القارية : Contintental Tropical

ويرمز لهذه الكتل بالحروف (CT) ، وتتكون في فصل الشتاء فوق صحارى شمال أفريقيا وشبه الجزيرة العربية .

ب- الكتل الهوائية المدارية البحرية : Marine Tropical

ويرمـــز لهذه الكتل بالحروف (MT) ، وتتكون فوق المحيطات في مناطق الضغط المرتفع المدارى، كما تتكون فوق مياه البحر المتوسط في الصيف عندما يتكون فوقه ضغط مرتفع يتصل بالضغط المرتفع الآزورى، وتحيطه مناطق ضغط منخفض تمتد فوق جنوب أوروبا وشمال أفريقيا.

ويتمـــيز هـــواء الكتل الهوائية المدارية باعتداله أو دفئه وتزداد فيه نســـبة الرطوبة خاصة في الكتل الهوائية المدارية البحرية بالمقارنة بالكتل الهوائية المدارية القارية .

٥- الكتل الهوائية الاستوائية القارية :

ويرمز لها بالحروف (CTH) وهى شبيهه بالكتل الهوائية المدارية القاريـــة السابقة ولكنها تختلف عنها بأن الهواء مرتفع الحرارة، وذلك لأن الهـــواء المـــدارى يعتبر أهم مصادرها عندما يتحرك ويعبر خط الاستواء الحرارى .

٦- الكتل الهوائية الاستوائية البحرية :

ويرمـز لهـا بالحـروف (MTH) هى تماثل أيضاً الكتل المدارية البحرية السابقة ، ولكنها تختلف عنها في أن الهواء درجة حرارته مرتفعه ويحمل كميات كبيرة من بخار الماء عند مرورها فوق المسطحات المائية. وهذه الكتل الهوائية الاستوائية البحرية هى التى تغزو الهند ووسط افريقيا والسـودان و الهضـبة الحبشية في فصل الصيف أى أنها أساس الرياح الموسـمية الـتى تهب من المسطحات المائية على ما يجاورها من يابس وبالـتالى تسـقط كميات غزيـرة مـن المطر والمعروف باسم" **المطر الموسمى**".

ثانياً : الجبهات الهوائية : Air Fronts

عندما تتقابل كتلتان هوائيتان مختلفتان في حرارتهما ورطوبتهما ، فإنهما لا تندمجان مع بعضهما بسهولة ، وإنما يتكون حد فاصل بينهما ، وذلك عندما يبدأ الهواء الأكثر دفئاً في الصعود فوق الهواء الأبرد ، وتسمى منطقة التقابل هذه بسطوح عدم الاستقرار Surfaces of Discontinuity أو بالجبهات Fronts ، ولا تظهر الجبهات في شكل خطوط وإنما هى مناطق واسعة يتراوح عرض الواحدة منها عادة ما بين ٢٠٠ إلى ٣٠٠ كيلو متر .

وتؤثـر الجـبهات تأثيراً كبيراً في الصفات المناخية للمنطقة التى تتأثر بها، ولا تظل الجبهات في أماكنها وإنما تتحرك تبعاً لحركة الشمس

الظاهـــرية، وعلـــى طـــول الجـــبهات تتكون اضطرابات جوية وتتولد الأعاصــــير، وفيها يكون هواء الكتلة الدفيئة جزءاً والجزء الثانى عبارة عـــن الكـــتلة الباردة ، فإذا كان الهواء الدافئ أقوى فإنه يتحرك بسرعة ويصــــعد إلى أعلى وتسمى هذه بالجبهة الدفيئة Warm Front ، أما لو كان العكس وكان الهواء البارد هو الأقوى ويدفع الهواء الدافئ إلى أعلى ويحل محله تسمى هذه بالجبهة الباردة Cold Front.

ويمكن تقسيم هذه الجبهات الهوائية من حيث مصادر نشأتها إلى ثلاثة أنواع رئيسية وهى :

١- الجبهة المدارية : Tropical Front :

وتتكون في العروض والمناطق المحيطة بخط الإستواء ، وتنشأ هذه الجبهات نتيجة تقابل الكتل الهوائية المدارية إلى الشمال من خط الاستواء مع كتل أخرى جنوب هذا الخط ، ولا تختلف هذه الكتل عن بعضها اختلافاً كبيراً لا من حيث درجة حرارتها أو رطوبتها ، لذلك تقل بهذه المناطق الاضطرابات الجوية الناتجة عنها ، كما أنها اضطرابات ضعيفة وآثارها المناخية محدودة .

٢- الجبهة القطبية : Polar front

أول من قام بدراستها العالم المترورلوجى النرويجى بيركنز Bjerknes والذى درس الظواهر الجوية في العروض المعتدلة على

أساس ربطها بالكتل الهوائية والجبهات ، وتتكون هذه الجبهة من مجموعة من الجبهات ، منها ما يتكون فوق اليابس ومنها ما ينشأ فوق المسطحات المائية ، ولأن الكتل الهوائية المكونة لهذه الجبهات والتى تلتقى في هذه العروض مختلفة من حيث درجات حرارتها ورطوبتها فبعض هذه الكتل قادم من العروض االمدارية ، وبالتالى فإن حرارتها مرتفعة ورطوبتها عالية ، أما الكتل الهوائية الأخرى فقادمه من ناحية القطبين وهى أكثر برودة وأقل رطوبة ، وعند تقابل هذه الكتل المختلفة فإنها تحدث اضطرابات جوية عنيفة تغطى آثارها على الصفات المناخية للعروض التى تتعرض لها ويتكون عنها أعاصير وانخفاضات جوية تسقط أمطاراً غزيرة وتصاحبها رياح شديدة.

٣- الجبهة المتجمدة : Arctic front

تتواجد بالقرب من الدائرتين القطبيتين في العروض العليا ، وهذه المناطق تلتقى بها الكتل الهوائية التي يأتي بعضها من اتجاه القطبين وبعضها قادم من العروض الوسطى عند خط عرض ٣٠ ° ــ ٤٠ ° والمعروفة باسم عروض الخيل، وتتميز هذه الجبهة بأنها أقل الجبهات الثلاث اضطراباً ونشاطها ضعيف بالمقارنة مع الجبهتين السابقتين.

ولا تثبت هذه الجبهات الثلاثة في أماكنها على مدار العام بل تتحرك نحو الشمال ونحو الجنوب وذلك تبعاً لما يعرف بحركة الشمس الظاهرية حيث تتجه نحو الشمال في يوليو ونحو الجنوب في يناير ، ومن

خلال مقارنة توزيع الكتل والجبهات في فصل الصيف وفى فصل الشتاء يمكن أن نلاحظ الحقائق التالية :

١- تتكون الجبهة الهوائية شمال خط الاستواء في فصل الصيف شمالاً والعكس في فصل الصيف الجنوبى تتكون هذه الجهة جنوب خط الإستواء، وتتكون معظم هذه الجبهات فوق المسطحات المائية ، وتتميز الرياح على طول هذه الجبهات بأنها أقل في حرارتها من حرارة الجبهات التى تهب عليها.

٢- تتقابل عند الجبهات القطبية في شهر يوليو في نصف الكرة الشمالى كتل هوائية تتفاوت في درجة حرارتها ورطوبتها ، وهى عبارة عن كتل قطبية قارية على اليابس وكتل قطبية بحرية فوق المسطحات المائية ، وكتل مدارية بحرية قادمة من الجنوب .

٣- تتحرك الجبهات القطبية في نصف الكرة الشمالى نحو الجنوب في يناير بحيث يتأثر بها حوض البحر المتوسط وجزء كبير من المحيط الأطلنطى في المسافة الممتدة من جزر آزور حتى خليج المكسيك، كما يتأثر بها جزء من المحيط الهادى يمتد من جزر الهند الشرقية وفى اتجاه الشرق ، ومن أجل ذلك تتعرض هذه المناطق لمرور الأعاصير التى تتجه من الغرب إلى

الشرق في فصل الشتاء على طول هذه الجبهات ، وتسبب هذه الأعاصير سقوط الأمطار الشتوية التى تتميز بها هذه العروض .

٤- تتميز الجبهة القطبية في نصف الكرة الجنوبية سواءاً في فصل الصيف أو في الشتاء ، بأنها منطقة التقاء كتل هوائية بحرية ، وذلك نتيجة سيادة الماء في هذه العروض وقلة المساحات اليابسة والتى لا تصلح بسبب ضيق مساحاتها كمصادر لتكوين كتل هوائية قارية.

٥- يصل أثر الجبهة المتجمدة في نصف الكرة الشمالى في يناير إلى جزيرة سبتزبرجن وجزيرة نوفياز مليا فقط ، بينما تمتد في يوليو ناحية الجنوب حتى يصل أثرها إلى جزيرة جرنيلند وبعض أجزاء من أوراسيا وأمريكا الشمالية .

- الظواهر الجوية التى ترتبط بالكتل الهوائية والجبهات :

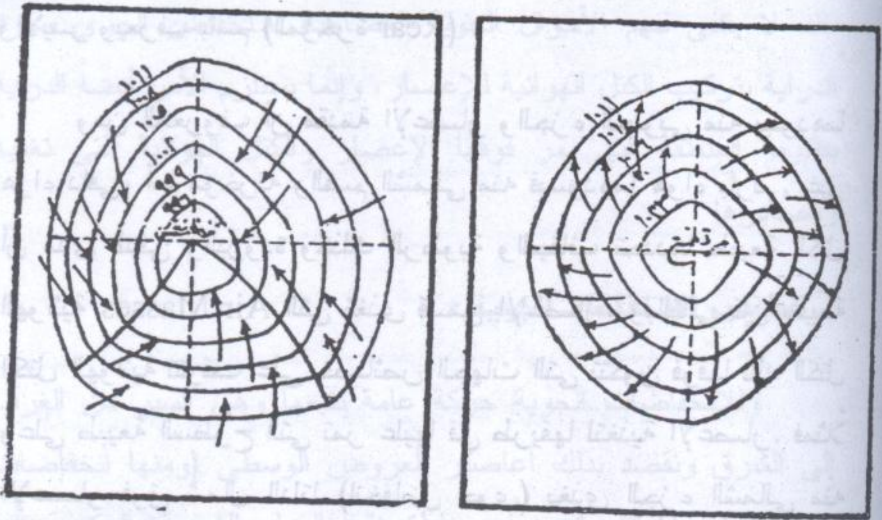
بعد أن عرضنا لكل من الكتل الهوائية والجبهات ، يجب أن نتناول بعضاً من الظاهرات الجوية التى تنشأ بسبب الكتل والجبهات الهوائية ، ومن أهم هذه الظواهر ما يعرف باسم الانخفاضات الجوية أو الأعاصير Cyclones ، وكذلك الارتفاعات الجوية أو ما يسمى باضداد الأعاصير Anti– cyclones .

أولاً : – الأعاصير (الانخفاضات الجوية): Cyclones

تعتبر الانخفاضات الجوية أو الأعاصير من أهم الظواهر الجوية التى توضحها خرائط الطقس ، فإذا درسنا عدداً من خرائط الطقس نلاحظ أن خطوط الضغط المتساوى Isobars لا تظل بشكل واحد واتجاه واحد طوال الوقت ، ولكننا نجد هناك أشكالاً غير منتظمة مغلقة تغير أماكنها من يوم لآخر وقد يزداد انحناء خطوط الضغط المتساوى ويشتد تقوسها أو تقل وتتباعد وتصبح خطوطاً انسيابية قليلة التعرج ، وتظهر هذه الأشكال في خرائط الطقس الخاصة بمصر في فصلى الشتاء والربيع ، وتسمى هذه الدوائر المغلقة إذا كان الضغط بها منخفضاً انخفاضاً واضحاً بالإنخفاضات أو الأعاصير Depressitions or Cyclones وإن كان الضغط بها مرتفع تسمى أضاد الإعاصير Anti - Cyclones وهذا ما يوضحه الشكل رقم (٣٦).

وتبدو الإنخفاضات الجوية في خرائط الطقس على هيئة خطوط دائرية أو بيضاوية الشكل ويقل فيها الضغط من الأطراف نحو الداخل وتختلف الإنخفاضات في مساحتها تبعاً لظروفها والمنطقة التى تمر فوقها، ولكن قطرها عادة ما يكون في المتوسط ١٠٠٠ كيلو متر ، وقد يتسع الإنخفاض الجوى فيصل إلى ٢٠٠٠ كيلو متر أو يقل إلى ١٠٠ كيلو متر فقط . أما عن سمك الهواء فى الإعصار فصغير بالمقارنة لمساحته ، ويرجع ذلك إلى أنه من المعروف أنه على ارتفاع ٢٠ كيلو متر يصبح الضغط الجوى متجانس ، كما يزداد الضغط من مركز أو

عين الإعصار نحو أطرافه الخارجية ، ولكن هذه الزيادة غير متجانسة في جميع الاتجاهات .



ضدإعصارفي نصف الكرة الشمالي   إعصارفي نصف الكرة الشمالي

الشكل رقم (٣٦)

كما أن تحرك الإعصار يؤدى إلى تغير الضغط في مركزه، إما نحو النقص أى أن الانخفاض يزداد عمقاً في هذه الحالة أو بالزيادة أى أن يبدأ مركزه بالامتلاء التدريجى ويعرف الخط الواصل بين مركز الانخفاض في أوضاعه المتتابعة باسم (مسار الإعصار)، وهذا الخط غالباً منحنى ونادراً أن يكون خطاً مستقيما، أما الخط العمودى على خط مسار الإعصار فيعرف باسم " **خط وسط الإعصار** " وهو الخط الذى يمر بأقل ضغط، ويزيد الضغط عن يمينه وكذلك عن يساره، ويقسم هذا الخط

الانخفاض الجوى إلى قسمين يعرف الأيمن منها باسم (المقدمة Front) والأيسر ويعرف باسم (المؤخرة Rear) .

ومن المعروف أن مقدمة الإعصار والجزء الجنوبى منه يسودهما هواء دافئ، أما مؤخرته والقسم الشمالى منه فيسودهما هواء بارد . غير أن مدى الدفئ والبرودة وكذلك الرطوبة والجفاف تحددها طبيعة الكتل الهوائية Air Masses التى تغذى قسمى الإعصار، وبالتالى فإن طبيعة الكتل الهوائية تتوقف على خصائص الجهات التى تتكون فوقها تلك الكتل وعلى طبيعة السطوح التى تمر عليها في طريقها لتغذية الإعصار. فمثلاً الإعصار فوق شمال الدلتا (انخفاض جوى) يغذى الجزء الشمالى منه هواء قطبى قارى قادم من فوق روسيا وشرق أوروبا ومن ثم يجلب لنا هواءاً بارداً جداً خلال فصل الشتاء ، بينما إعصار آخر يغذيه هواء قادم من فوق البحر المتوسط أو غرب وجنوب أوروبا فإنه يجلب لنا هواء أقل في برودته من الهواء القادم من فوق روسيا وشرق أوروبا، ولكنه بارد أيضا بالمقارنة بالهواء القادم من الجنوب.

وبالمثل إذا كان الهواء الذى يغذى الجزء الجنوبى من الانخفاض الجوى (الإعصار) فوق شمال الدلتا المصرية يأتى من فوق صحراء جافة حارة، فإنه يجلب لنا هواء مرتفع جداً في درجة حرارته إلى جانب ما يحمله من أتربة وغبار، وبذلك تعرف هذه الحالة في فصل الربيع بالموجات الخماسينية، بينما إذا كان الهواء القادم لتغذية الجزء الجنوبى من الانخفاض الجوى مصدره من فوق سطح المحيط الأطلنطى، فهو

هواء مدارى معتدل في درجة حرارته ويخلو من الغبار والأتربة. ومع ذلك لا يكفى لفهم الأحوال الجوية المصاحبة للانخفاض الجوى مجرد الدراية بتركيب الكتل الهوائية للإعصار، وإنما يستلزم الأمر أيضاً الدراية بطبيعة المنطقة التى يمر فوقها الإعصار والكتل الهوائية التى تغذيه ومصادرها .

- خط سير الانخفاضات الجوية :

وللانخفاضات الجوية حركة عامة تتبعها وهى السير من الغرب إلى الشرق ونقصد بذلك أعاصير العروض الوسطى (ومنها انخفاضات البحر المتوسط) التى توجد في مناطق نفود الرياح الغربية والعكسية، أما الانخفاضات الجوية التى توجد في العروض المدارية،(الأعاصير المدارية) مثل عواصف الهريكين Hurricones وعواصف التيفون Typhoons والسيكلون Sycloons ، فهى تختلف عن أعاصير العروض الوسطى اختلافاً أساسياً وتتحرك دائماً من الشرق إلى الغرب مع حركة الرياح التجارية التى تسود تلك العروض.

ولكل نوع من الانخفاضات الجوية مسارات معهودة تتبعها أكثر من غيرها وإن كان لا يمكن التكهن عند مولد الإعصار أو الانخفاض الجوى، وأى الطرق سيتبع وأى المسارات سوف يختار ، ولكنه بعد أن يبدأ الحركة يظهر الطريق الذى يسلكه وهو مسار معين ، ومن الأرجح

أنه سيظل في ذلك المسار حتى نهايته ، وقد درست هذه المسارات جيداً وأصبحت معروفة في الوقت الحاضر.

ونجد أن مسارات هذه الانخفاضات تتحرك أيضاً نحو الشمال والجنوب من فصل لآخر مع ما يعرف باسم حركة الشمس الظاهرية ، وقد توجد في فصل وتختفى في فصل آخر مثل أعاصير إقليم البحر المتوسط التى توجد في الشتاء وتختفى تماماً في الصيف، حيث تسود هذا النطاقات الصحراوية الجافة ، فترتفع درجة الحرارة ولاتسقط أمطار.

ـ سرعة الإعصار :

أما عن سرعة الإعصار فهى تتراوح بصفة عامة بين ٢٠ ــ ٤٠ كيلو متر في الساعة ، وتختلف هذه السرعة من وقت لآخر ومن مكان لآخر، فمثلاً نجد أن سرعة الأعاصير (الانخفاضات الجوية) في فصل الشتاء أسرع منها في فصل الصيف ــ كما هو الحال بغرب أوروبا ــ وأن الاعاصير (الانخفاضات) المتعمقة تتحرك بسرعة أكبر من الانخفاضات الضحلة.

وتختلف سرعات الانخفاضات من مكان لآخر، حيث يقدر متوسط سرعة تحرك الانخفاض في جهات العالم المختلفة على مدار السنة بحوالى ٤٠ كيلو متر في الساعة في أمريكا، ٣٥ كيلو متر في الساعة في اليابان ،٣٠ كيلو متر في الساعة في روسيا،٢٥ كيلو متر فوق شمال

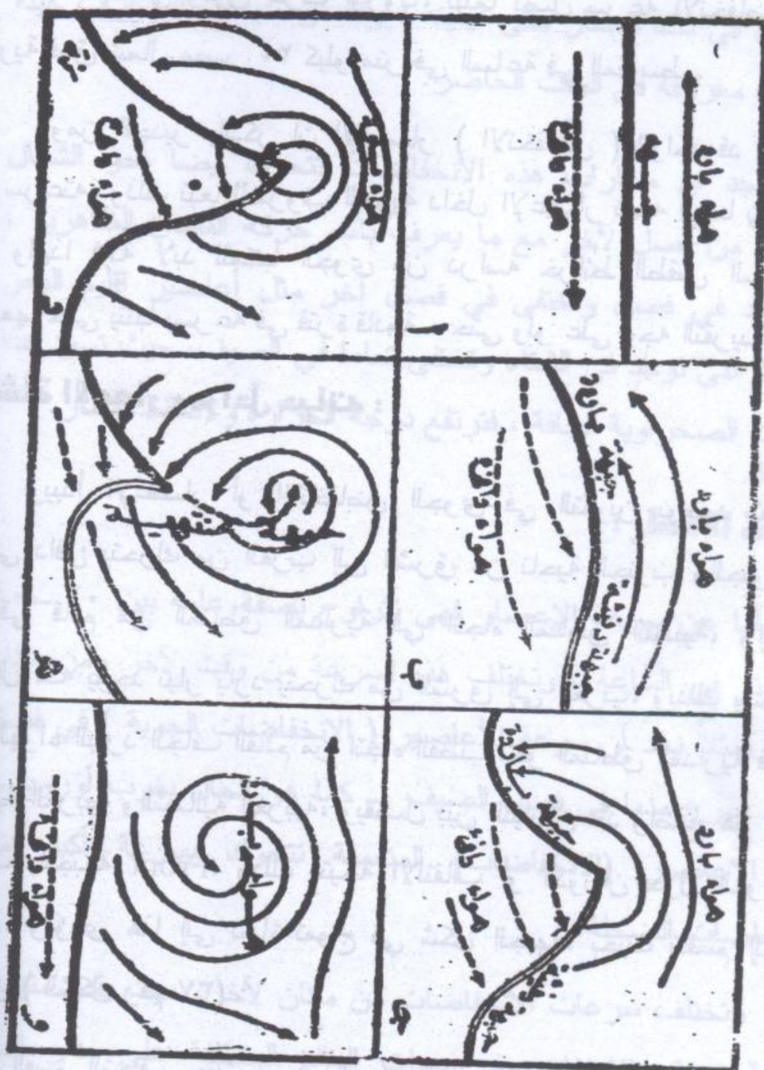
المحيط الأطلنطى وفوق غرب أوروبا، بينما تصل سرعة الانخفاضات الجوية فوق شمال مصر ٢٠ كيلو متر في الساعة في المتوسط .

ومن الجدير بالذكر أن الإعصار (الانخفاض) الواحد قد يغير من سرعته، وذلك تبعاً للظروف الجوية داخل الإعصار نفسه أو ما يحيط به، ولهذا فإنه لابد للمتنبأ الجوى من دراسة خرائط الطقس السابقة وتتبعها حتى يتنبأ بسرعة في فترة قادمة ، حتى ولو على وجه التقريب .

ـ نشأة الإعصار ومراحل حياته :

ويبدأ الإعصار أو الانخفاض الجوى في التكوين بوجود تيار هوائى دافئ يتحرك من الغرب إلى الشرق من ناحية الجنوب والجنوب الشرقى قادم من المناطق المدارية في اتجاه المناطق القطبية، وإلى الشمال منه يوجد تيار بارد يتحرك من الشرق إلى الغرب، وبذلك يسود هذا الهواء البارد الجاف القادم من اتجاه القطب نحو المناطق المدارية في الناحية الغربية والشمالية الغربية، ويفصل بين التيارين حد واضح هو ما يعرف بالجبهة Front، وذلك نتيجة الالتفاف أو الدوران حول الهواء البارد، ويؤدى هذا إلى نشأة تموج في شكل الجبهة، بحيث تنقسم إلى قسمين (الشكل رقم ٣٧) :

القسم الشرقى حيث يوجد الهواء الدافئ الذى يتقدم نحو الشرق ليقابل الهواء البارد وتسمى منطقة التقابل هذه بالجبهة الدفيئة Warm Front، والقسم الغربى حيث يحل الهواء البارد محل الهواء الدافئ،



الشكل رقم (٣٧) مراحل حياة الإعصار

وهذه هى الجبهة الباردة Cold Front ، وعندما تتضح الجبهتان الدفيئة والباردة وتصبح دورة الهواء كما أوضحنا من قبل ، يكون الانخفاض قد تكون تماماً ، ثم يأخذ الانخفاض بعد ذلك في التلاشى ، ويحدث ذلك عندما يقطع الهواء البارد الهواء الدافئ ، ويرفعه إلى أعلى وتلتقى الجبهتان الباردة والدفيئة ، ومن ثم يتم القضاء على الإعصار وينتهى ويتم امتلائه ويسمى ذلك Occlusion أو الجبهة المنتهية الشكل رقم (٣٨) ويوجد نوعان من الامتلاء هما :

١ – امتلاء دافئ : Warm Occlusion

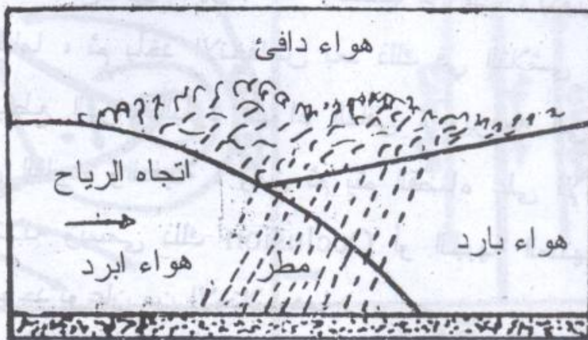
ويتم هذا الامتلاء الدافئ عندما يكون الهواء البارد في مقدمة الانخفاض أشد برودة من الهواء الموجود في مؤخرة الانخفاض ، وعند التقائهما يصعد هواء المؤخرة فوق هواء المقدمة كما يحدث عندما يصعد هواء الكتلة الدفيئة فوق هواء كتلة باردة .

٢ – امتلاء بارد Cold Occlusion

ويتم هذا الامتلاء البارد عندما يكون الهواء في مؤخرة الانخفاض أشد برودة من الهواء في مقدمته، ومن ثم فإنه يندفع تحته عند التقائهما ولا يصعد فوقه .

– نتائج الانخفاضات الجوية :

تسبب الانخفاضات الجوية عادة تقلبات فجائية في الطقس فيشتد هبوب الرياح ، وتسقط الأمطار الغزيرة ، وقد تظهر عواصف رعدية وغير ذلك



الامتلاء البارد



الإمتلاء الدافئ

الشكل رقم (٣٨) قطاع رأسي في الاعصار يبين

الامتلاء البارد والدافئ هواء دافئ

من التقلبات الجوية التى يعرفها المشتغلون بالأرصاد الجوية. ولما كانت الانخفاضات تتحرك بصفة عامة من الغرب إلى الشـرق فإن الظاهرات التى تحملها تنتقل معها غالباً في نفس الاتجاه ، ولذلك فإن القائمين بعمل التنبؤات الجوية يعتمدون في تنبأتهم بصفة خاصة على ما تزودهم به المراصد الواقعة إلى الغرب من المنطقة المراد التنبؤ عنها ومعرفة أحوالها الجوية وتتطوراتها .

ويمكن تحديد موقع الانخفاض الجوى ومدى تعمقه من خلال خرائط الطقس وكذلك يمكن منها التعرف على شدة تدرج الضغط الجوى نحو مركزه وخط سيره وسرعة تحركه على وجه التقريب ، ويمكن بناءاً على ذلك تقدير التغيرات المنتظرة في حالة الجو لأسباب خارجة عن إرادة الراصد. فقد يحدث أن يغير الانخفاض الجوى خط سيره فينحرف نحو الشمال الشرقى أو نحو الجنوب الشرقى أو قد يمتلأ Occluded ويتلاشى قبل أن يصل إلى مكان الراصد ، وقد يحدث أحياناً أن يتجدد نشاط الانخفاض مرة أخرى بعد أن يكون قد امتلأ تقريباً ، وقد يغير الانخفاض سرعته من يوم لآخر ، كما أنه قد يتوقف ويتمركز فوق مكان واحد عدة أيام ، وفى مثل هذه الأحوال كثيراً ما تأتى التنبوات الجوية مخالفة لما يحدث فعلاً.

أما إذا لم يطرأ على الانخفاض الجوى تغير منتظر ــ وهذا لحسن الحظ هو ما يحدث في بعض الأحيان ــ فإن التغيرات الجوية في الأماكن التى تقع على امتداد خط سيره المتوقع تتتابع بترتيب معروف تقريباً ،

ولكنه يختلف نوعاً باختلاف موقع المكان إلى جنوب أو شمال خط سير الانخفاض الجوى ، فإذا فرضنا مثلاً أن انخفاضاً جوياً يتقدم على طول الساحل الشمالى لمصر من ناحية الغرب ، فإن الظاهرات الجوية التى تحدث في القسم الشمالى من البلاد أثناء اضطرابه ومروره تتتابع على النحو التالى :

١- قبل أن يظهر في الجو أى أثر من الاضطرابات التى يحدثها الانخفاض الجوى ، يمكننا أن نستدل على اضطراب الانخفاض بعدة أشياء هى:

أ – أن الباروجراف Barograph أو غيره من أجهزة قياس الضغط الجوى تسجل انخفاضاً في الضغط الجوى، وذلك نتيجة ارتفاع درجة الحرارة ، حيث تهب رياح من الجنوب إلى الشمال حاملة معها هواء جافاً دافئاً إذا كان ذلك في فصل الشتاء ، وشديدة الجفاف والحرارة إذا كان ذلك في فصل الربيع ، ومصدر هذه الرياح الكتل الهوائية المدارية القارية التى تمتد فوق شمال أفريقيا وغرب آسيا بصفة عامة .

ب- تظهر في السماء سحب مرتفعة رقيقة جداً لونها أبيض ناصع البياض تشبه أحياناً زغب الريش أو ندف القطن ، لا تحجب أشعة الشمس ولا يظهر لها ظل على سطح الأرض نتيجة أنها شفافة ورقيقة جداً ، وهذه السحب هى التى يطلق عليها عادة اسم السمحاق Cirrus وتتكون في جملتها من جزيئات صغيرة من الثلج.

جـ- يعقب هذا النوع من السحب ظهور سحب أخرى من نفس النوع، ولكنها تمتد في شكل طبقة رقيقة شفافة لا تحجب أشعة الشمس أيضاً ، ولكن يتكون حول وسطها هالة دائرية سببها هو الانعكاس الناتج عن أشعة الشمس على جزيئات الثلج، ويعرف هذا النوع من السحب باسم السمحاق الطبقى Cirrus – Staratus ، ويبدو مظهره كالضباب المرتفع الذى ليست له حدود معينة ، وكلما اقترب الانخفاض أخذ سمك هذه السحب في التزايد وأخذ مستواها في الهبوط نحو سطح الأرض ، ويطلق عليها في هذه الحالة اسم السمحاق الطبقى متوسط الارتفاع Altostratus .

د- يتزايد سمك السحب تدريجياً حتى تحجب السماء نهائياً كما يستمر مستواها في الهبوط نحو سطح الأرض، ولا تلبث أن تظهر سحب أخرى تعرف باسم المزن الطبقىNimbo – Stratues وهى سحب كثيفة، وهى عبارة عن نوع متوسط بين السحب الطبقية والسحب المزنية القاتمة، ويبدو ظهور هذا النوع من السحب نذيراً بسقوط الأمطار، والتى تبدأ أولاً خفيفة ثم يشتد سقوطها بعد ذلك عند مرور الجبهة الدفيئة للانخفاض، وفى هذه الحالة تكون السحب قد انخفضت انخفاضاً شديداً بحيث لا يزيد ارتفاع قاعدتها أحياناً عن ٧ آلاف قدم من سطح الأرض.

٢- مرور قلب الإعصار :

ويعقب مرور الجبهة الدفيئة مرور القطاع الدافئ من الانخفاض وهو الذى يسمى بقلب الإعصار (المركز أو العين) ، وعندئذ يتحسن الجو نسبياً، وقد يصاحب ذلك أحياناً سقوط أمطار خفيفة على هيئة رذاذ ، وعند ذلك تتحول الرياح من الرياح الجنوبية الشرقية وهى التى تصاحب مقدمة الانخفاض ، إلى الرياح الجنوبية الغربية هوائها من نفس نوع الهواء القارى المدارى ، وتظل درجة الحرارة مرتفعة ، ويستمر الحال كذلك يوماً أو جزء من اليوم على حسب سرعة تحرك الانخفاض ومدى اتساع القطاع الدافئ منه.

٣- الجبهة الباردة :

بعد مرور قلب الإعصار تأتى الجبهة الباردة وعند مرورها يضطرب الجو اضطراباً شديداً وتشتد سرعة الرياح ، التى تغير اتجاهها بشكل فجائى فتتحول إلى رياح شمالية عموماً ، وهى لهذا السبب رياح باردة نسبياً إذا كانت تهب في فصل الربيع وشديدة البرودة إذا كانت تهب في فصل الشتاء.

وإذا كان الانخفاض شديد العمق واستمر فترة طويلة نسبياً فقد يؤدى هذا إلى وصول هواء قطبى شديد البرودة إلى شمال مصر، وذلك من الكتلة القطبية القارية التى تمتد في فصل الشتاء على معظم شرق أوروبا وسهول روسيا ، وفى هذه المرحلة يشتد هبوب الرياح وتسقط الأمطار بغزارة شديدة ويصاحبها غالباً حدوث البرق والرعد ، ويستمر

ذلك مدة تختلف فى طولها من يوم واحد إلى عدة أيام بحسب سرعة تحرك الانخفاض.

٤- أخيراً تحسن الجو :

وتأتى هذه المرحلة بعد إنتهاء الجبهة الباردة وفيها يأخذ الجو في التحسن ولكنه يظل بارداً، فتهدأ الرياح وتظهر في السماء سحب من النوع المعروف بالركامى Cumulus كما تسقط الأمطار على شكل رخات، وتتناقص تدريجياً حتى يبتعد الانخفاض نهائياً أو يمتلأ وينتهى أثره .

وينبغى أن نذكر مع ذلك أن الظاهرات التى تصاحب الانخفاض الجوى والسابق وصفها ، على الرغم من أنها تظهر وقت مرور معظم الانخفاضات الجوية ، إلا أنها قد تتغير أحياناً لأسباب طارئة ، مما يؤدى إلى حدوث أخطاء في التنبؤات الجوية كما سبق أن وصفناها ، كما أنها قد تختلف من مكان لآخر تبعاً للموقع بالنسبة لمركز الانخفاض الجوى .

ومن النتائج الأخرى الناتجة عن مرور الانخفاضات الجوية ما يصاحبها من رياح تعرف باسم الرياح المحلية والتى تهب على جهات محدودة من سطح الأرض عند مرور هذه الانخفاضات الجوية وتنقسم هذه الرياح إلى ثلاثة أقسام أو مجموعات رئيسية :

أولاً : الرياح الحارة :

وترتبط هذه الرياح بمقدمة الانخفاضات الجوية وتنقسم هى الأخرى إلى عدة أنواع حسب المكان الذى تهب عليه منها:

١- **الخماسين** : وهى رياح تهب على الأراضى المصرية في فترات متقطعة أثناء فصل الربيع ، لا تستمر موجاتها أكثر من يومين أو ثلاثة أيام فى كل مرة تهب فيها ، وهى رياح رملية شديدة الحرارة نتيجة أنها قادمة من الجنوب أو الجنوب الشرقى من جهات صحراوية حارة، وتحمل هذه الرياح معها الرمال الناعمة في شكل عاصفة ترابية قد تحجب الرؤية تماماً ، ويؤدى مرور الانخفاضات الجوية من الغرب إلى الشرق إلى جذب هذه الرياح من الجنوب، فإذا كان الانخفاض يمر على طول ساحل البحر المتوسط فإنه يكون ضمن المراحل المبكرة من الخماسين والتى تأتى في شهر فبراير ، أما إذا كانت تأتى على طول الصحراء الليبية فهى النوع الغالب من الخماسين أو الخماسين الحقيقية .

ومن ثم يرى البعض أن رياح الخماسين تنقسم إلى قسمين رياح خماسين قصيرة المدى وتدوم لمدة يوم أو يومين ، ورياح خماسين حقيقية والتى تأتى في شهرى ابريل ومايو ، والتى تسبب ارتفاعاً شديداً في الحرارة لمدة قد تصل إلى ثلاثة أيام ، وهذا النوع الأخير من رياح الخماسين قد يسبب أحياناً الحرائق كما تساعد على انتشار الحشرات والآفات الضارة للمحاصيل الزراعية ، هذا إلى جانب ما تسببه من أمراض للإنسان منها أمراض الأنف والحنجرة ورمد العيون ، بسبب وجود الأتربة والحرارة المرتفعة ، ولكنها تفيد أيضاً في القضاء على دودة القطن التى لا يلائمها الجو الحار شديد الحرارة الذى تسببه رياح الخماسين .

٢- السيروكو والسولانو : Sirocco وما السيروكو إلا رياح الخماسين السابقة حتى أن رياح الخماسين تعرف دولياً باسم السيروكو وهى رياح شديدة العنف تهب من شمال افريقيا نحو صقلية وجنوب ايطاليا واليونان ، ويساعد على شدتها التغير السريع في الضغط الجوى من الجنوب إلى الشمال ، وبالتالى ترفع درجة الحرارة في المناطق التى تهب عليها وبالأخص في فصل الربيع ، وتتميز هذه الرياح عن رياح الخماسين في أنها رياح ترتفع بها نسبة الرطوبة ، وذلك نتيجة ما تحمله من بخار ماء عند مرورها فوق البحر المتوسط ، وعليه فإن سكان هذه المناطق عندما تداهمهم هذه الرياح يشعرون بالضيق نتيجة ارتفاع درجة الحرارة مع ارتفاع الرطوبة، كما أن لها آثار ضارة على أشجار الفاكهة المنتشرة في البلاد التى تهب عليها.

وتهب رياح السولانو على جنوب أسبانيا وبالأخص على الأجزاء الجنوبية مثل منطقة جبل طارق ، وهى رياح تشبه السيروكو في أنها مرتفعة في درجة حرارتها وما تحمله من أتربة ، كما تهب على نفس المناطق في فصل الصيف رياح الفانتر Levanter وهى رياح حارة تهب من الشرق ترتفع بها نسبة الرطوبة، وتسبب زوابع ، كما تسبب خطراً على الطائرات والملاحة.

٣- رياح الهرمطان : Harmattan : وهى رياح حارة محملة بالرمال ، وتهب من الصحراء الكبرى في فصل الشتاء والربيع في اتجاه ساحل غانة وسواحل إفريقية الغربية ، ويرجع هبوبها إلى التباين بين

الضغط المرتفع فوق الصحراء الكبرى في الشتاء والضغط المنخفض الاستوائى ، وهذه الرياح تحمل سحباً من الرمال والأتربة إلى المناطق التى تهب عليها ، ولذلك فهى رياح ضارة حيث تؤثر على زراعات القطن في شمال نيجريا، مما حدى بالسكان إلى زراعة أشجار نخيل الزيت لصد هذه الرياح .

٤- **رياح الهبوب** : وهى تشابه رياح الهرمطان في أن مصدرها هو الصحراء الكبرى الإفريقية ، ولكنها تهب على أواسط وشمال السودان في فصل الصيف ، وهى ناتجة عن ارتفاع حرارة اليابس في هذه المناطق ارتفاعاً كبيراً خلال هذا الفصل ، مما يؤدى إلى تكون مناطق للضغط المنخفض المحلى ، يكون فيها الضغط شديد الانخفاض ، بحيث يؤدى هذا إلى حدوث تيارات هوائية صاعدة محملة بالأتربة ، وفى نفس الوقت تعمل الرياح الجنوبية على تجميع الأتربة في تلك المناطق المتطرقة ودفعها على هيئة سحب هائلة من التراب .

٥- **رياح البركفيلدرز : Brickfielders** وهى رياح حارة تهب من صحراء وسط استراليا في فصلى الربيع والصيف على جنوب شرق استراليا وتهب هذه الرياح في مقدمة الانخفاضات الجوية التى تعبر قارة استراليا من الغرب إلى الشرق ، وهى رياح محملة بكميات كبيرة من الأتربة ودرجة حرارتها شديدة ، وتختفى هذه الرياح لتحل محلها رياح باردة في مؤخرة الانخفاضات الجوية وتسمى هذه الرياح رياح بورسترز الجنوبية Southerly Bursters .

هذا إلى جانب أنواع أخرى من الرياح الحارة مثل رياح زوندا Zonda التى تهب على إقليم بتاجونيا في جنوب الأرجنتين ، ورياح ليبشو Libeccio التى تهب على إيطاليا في جميع الفصول وهى رياح جنوبية غربية ، ورياح السموم التى تهب على بلاد غرب الهلال الخصيب .

ثانياً : الرياح الدفيئة :

وتوجد في مناطق جبلية ، وبالتالى تكتسب معظم حرارتها نتيجة انضغاطها على سفوح الجبال عند هبوطها إلى أسفل ، ومن ثم ترتفع درجة حرارتها مع أنها كانت باردة ومن هذه الرياح :

١- رياح الفُهن : Fohn

وهى رياح دفيئة جافة تهب على السفوح الشمالية لجبال الألب في أوروبا في كل من سويسرا وألمانيا ، وتهب عندما يوجد ارتفاع جوى في منطقة سهل لمباردى في شمال إيطاليا، وفى نفس الوقت يمر انخفاض جوى فوق وسط أوروبا من الغرب إلى الشرق ــ يعتبر امتداداً لأعاصير غرب أوروبا ــ ويؤدى ذلك إلى اندفاع الهواء من الضغط المرتفع نحو الضغط المنخفض ، ولكى ينتقل الهواء من حوض سهل لمباردى إلى وسط أوروبا فلابد أن يمر فوق جبال الألب الوسطى ، وعند ارتفاع هذه الرياح في صعودها على السفوح الجنوبية تنخفض درجة حرارتها ، ويحدث بها التكاثف وسقوط الأمطار على هذه السفوح.

وعند هبوط هذه الرياح على السفوح الشمالية في اتجاه وسط أوروبا فإن درجة حرارتها ترتفع ، نتيجة استنفاذ ما بها من بخار الماء على السفوح الجنوبية فإنها تصبح رياح جافة ، ولكن ارتفاع حرارتها ليس ضار مثل رياح السيروكو، ويرحب بها سكان وسط أوروبا لأنها ترفع درجة الحرارة في المتوسط ١٢ ° مئوية ، فتعمل على إذابة الثلوج على السفوح الشمالية ، وبالتالى تساعد على نضح المحاصيل في جنوب ألمانيا والنمسا مثل التفاح والكمثرى ، إلا أن لها بعض المضار حيث يساعد جفافها على جفاف أشجار الغابات وحدوث حرائق الغابات .

٢- رياح الشنوك : Chinook

وتماثل رياح الفهن في خصائصها ونشأتها ، وهى رياح دفيئة تهب من الجنوب الغربى بصفة عامة ، وتهب نتيجة الانخفاضات الجوية التى تتحرك فوق شمال شرق أمريكا الشمالية في فصلى الشتاء والربيع ، وتأتى هذه الرياح من المحيط الهادى نحو غرب الولايات المتحدة الأمريكية ، وبالتالى تعبر جبال الروكى وهى رياح رطبة فترتفع إلى أعلى فوق السفوح الغربية لمرتفعات الروكى ثم تنحدر هذه الرياح بشدة على السفوح الشرقية فترتفع درجة حرارتها، فتعمل على ذوبان الثلوج ، وما كلمة الشنوك إلا "**آكلة الثلوج**" في لغة الهنود الحمر الأمريكين أو سكان هذه المناطق الأصليون ، ونتيجة ارتفاع درجة حرارتها أيضاً تعمل على نضج بعض الغلات في برارى كندا والولايات المتحدة .

٣- رياح سانتا أنا : Santa Anna

وتهب على جنوب كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية في فصلى الشتاء والربيع ، وتتكون عندما يكون هناك انخفاض جوى على السواحل الغربية ، فتندفع الرياح من الشرق نحو الغرب من سلاسل جبال سيرا نيفادا عند مرور هذه الانخفاضات الجوية ، وقد تحمل معها كثير من الأتربة والرمال، وهى بهذا تجمع بين خصائص رياح الخماسين والفهن ، وذلك لأنها فضلاً عن كونها رياح حارة بطبيعتها لهبوبها من إقليم صحراوى حار ، كما هى الحال في الخماسين ، فإنها تكتسب مقادير أخرى من الحرارة عند هبوطها بشدة للمنحدرات الغربية لجبال سيرانيفادا كما يحدث لرياح الفهن والشنوك .

ثالثاً : الرياح الباردة :

وتأتى من شمال أوروبا ووسطها في اتجاه حوض البحر المتوسط مع مرور الانخفاضات الجوية وتأتى في نهاية هذه الانخفضات وكذلك تهب على جنوب شرق استراليا وأهمها :

١- رياح المسترال : Mistral

تهب من أواسط فرنسا في اتجاه جنوبها على طول امتداد وادى نهر الرون نتيجة مرور الانخفاضات الجوية على الحوض الغربى للبحر المتوسط أو على دلتا النهر ، وهى رياح شمالية شديدة البرودة وسرعتها مرتفعة إذ أن متوسط سرعتها يتراوح بين ٥٥ إلى ٦٥ كيلو متر في

الساعة ، وتأتى هذه الرياح في مؤخرة الانخفاضات الجوية ، ولهذه الرياح آثار ضارة على الزراعات في منطقة وادى الرون ودلتاه ، إلى جانب غرق بعض السفن في خليج ليون واقتلاع بعض الأشجار ، وقد حاولت الحكومة الفرنسية تلافى أضرارها بواسطة زراعة نطاقات من الغابات على طول الريفييرا الفرنسية .

٢- رياح البورا : Bora

وهى رياح شديدة البرودة أيضاً وتهب من وسط أوروبا ومن حوض المجر على البحر الإدرياتى ، وتهب على هذه المناطق في نهاية مرور الانخفاضات الجوية التى تمر على وسط ايطاليا والبحر الإدرياتى ومنطقة شمال البلقان ، وهى رياح شديدة السرعة حيث تصل سرعتها إلى حوالى ١٣٠ كم في الساعة ، ومما يزيد من قوتها أنها تهبط من فوق جبال الألب وتؤدى إلى انخفاض الحرارة في منطقة البلقان وتكون مصحوبة بالأمطار والثلوج .

٣- رياح البورستر الجنوبية: Southerly Burster

وتهب على طول ساحل ولاية نيوسوث ويلز في استراليا وهى رياح جنوبية باردة ، تؤدى إلى انخفاض درجة الحرارة وتساعد على سقوط الأمطار، فتنخفض درجة الحرارة حوالى ١٥ ° مئوية خلال بضع دقائق ، ويؤدى إلى هبوبها مرور الانخفاضات الجوية العميقة على البحار المجاورة ، وتهب في فصل الربيع وتعتبر مقدمات فصل الصيف، وتؤدى هذه الرياح إلى القضاء على رياح البركفليدرز الحارة كما سبق القول.

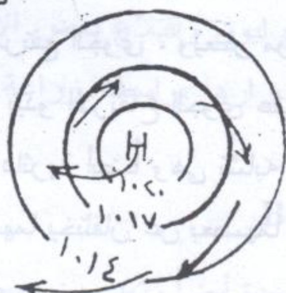
ثانياً : ضد الإعصار : Anti : Cyclones

ويعرف باسم المرتفع الجوى ، ويعتبر من المظاهر الهامة أيضاً في خرائط الطقس ، وفيها يبدو الارتفاع الجوى على هيئة خطوط من الضغط المتساوى بيضاوية أو دائرية أيضاً وهى تشابه في ذلك الانخفاض الجوى (الشكل رقم ٣٦) ولكنهما يختلفان عن بعضهما في عدة أمور أساسية منها :

١- تتزايد فيها أرقام الضغط الجوى (المللیبارات) كلما اتجهنا نحو مركز المرتفع الجوى بينما في الانخفاض تتناقص هذه الأرقام كلما اتجهنا نحو المركز ، وهى أرقام أكبر من ١٠١٣,٢ ملليبار والذى يمثل الضغط الجوى المتوسط عند مستوى سطح البحر ، ويوضع حرف (H) ليدل على أنه مرتفع High ، ويكون المركز أعلى المناطق ضغطاً .

٢- تدور الرياح في حالة ضد الإعصار إلى الخارج ، أى أنها تتحرك من المركز نحو الأطراف ، وتتجه هذه الرياح مع اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى وضد عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى ، وهذا ما يوضحه (الشكل رقم ٣٩) ولكن الرياح في الانخفاض الجوى تتجه نحو المركز فتأخذ اتجاها ضد عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى ومع عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى ، أى على العكس من الرياح التى تصاحب المرتفع الجوى .

ضد الأعصار



نصف الكرة الشمالي

الدائرة الاستوائية

نصف الكرة الجنوبي



الشكل رقم (٣٩) حركة الرياح حول مركز ضدالإعصار

في نصف الكرة الشمالي والجنوبي

٣- تغطى منطقة ضد الإعصار مساحة أكبر من المنطقة التى يغطيها الإعصار ، ويتحرك ضد الإعصار ببطئ ، وتظهر المسافة بين خطوط الضغط المتساوى به كبيرة مما يؤدى إلى بطئ سرعة الرياح المصاحبة له عكس الانخفاض الجوى.

٤- يحدث ضد الإعصار نتيجة لارتفاع الضغط الجوى فوق منطقة ما بصورة فجائية ويستمر على ذلك عدة أيام أو أسابيع ، بينما لا تطول مدة الانخفاض الجوى ولا يستمر فوق منطقة لمدة كبيرة .

٥- ومن أهم ما يميز ضد الإعصار عن الإعصار أنه مصحوب في الغالب بجو صحو وهواء من كتلة هوائية متجانسة في حرارتها ورطوبتها بينما يتكون الإعصار من كتلتين أو أكثر مختلفتان في درجة حرارتهما ورطوبتهما .

وتنتج أضداد الأعاصير أو المرتفعات الجوية نتيجة أحد الأسباب التالية:

١- يؤدى خروج الهواء من مناطق الضغط المرتفع إلى المناطق المجاورة لها إلى ظهور تيارات هوائية هابطة في منطقة ضد الإعصار ، تحل محل الهواء الذى انتقل إلى الخارج إلى مناطق الضغط المنخفض نحو خط الاستواء فيما يعرف باسم الرياح التجارية ، أو نحو المنخفض القطبى فيما يعرف باسم الرياح العكسية ، وتخرج هذه الرياح من منطقة الضغط المرتفع فيما وراء المدارين (عروض الخيل) ، ويساعد هبوط الهواء وانضغاطه أثناء حركته نحو سطح الأرض على رفع درجة حرارته

، ويؤدى ذلك إلى انخفاض نسبة الرطوبة بها ، وبالتالى فإن الهواء في ضد الإعصار جاف .

٢- يتكون ضد الإعصار عادة من كتلة هوائية واحدة وهى كتلة باردة عكس الإعصار الذى يتكون من أكثر من كتلة مختلفة في درجة حرارتها ، ولأنها كتلة باردة ، فإنه يترتب على ذلك ارتفاع كثافتها وبالتالى ارتفاع ضغطها ، كأن تتكون منطقة ضغط مرتفع فوق اليابس في فصل الشتاء أو منطقة ضغط مرتفع فوق المسطحات المائية في فصل الصيف .

٣- يتبع ضد الإعصار في مساره الأعاصير ، حيث تفصل مناطق أضداد الأعاصير بين الانخفاضات الجوية بعضها البعض الآخر، ويحدث هذا على وجه الخصوص في العروض الوسطى في نصف الكرة الجنوبى، حيث أن معظم المنطقة عبارة عن مسطحات مائية ، أما في نصف الكرة الشمالى حيث يسود اليابس فإن مناطق الضغط المرتفع ، تظل في أماكنها معظم الوقت شبه ثابتة ، وتكون حركتها عبارة عن امتداد نحو الجنوب أو الشمال وليس انتقال من الغرب إلى الشرق ، بل ترسل ألسنة من الهواء البارد الثقيل في مؤخرة الانخفاضات الجوية ، وأحياناً تدفع الانخفاضات إلى الشمال أو إلى الجنوب في مناطق الضغط ةالمرتفع شبه الثابتة ، وتبقى هى في أماكنها، وغالباً ما يحدث هذا فوق قارة أوروبا .

٤- تنشأ مناطق ارتفاعات جوية أو مناطق ضد الإعصار في المناطق القطبية وتظل هذه المناطق دائمة ، وذلك نتيجة وجود تيارات

هوائية هابطة من أعلى إلى أسفل وهذه الرياح باردة، مما يؤدى إلى زيادة كثافتها وبالتالى ارتفاع ضغطها فوق مناطق جليدية دائمة سواء في نصف الكرة الشمالى أو الجنوبى .

-درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار :

يتوقع أن ضد الإعصار كتلة هواء باردة تدل على شتاء قوى قادم من أوروبا أو شمال غرب آسيا ، ومتجه نحو الجنوب حتى يصل على منطقة البحر المتوسط ، وبالتالى سوف يأتى معه بدرجات حرارة منخفضة تكون هى المسئولة عن موجات البرد التى نشعر بها في مصر في بعض أوقات فصل الشتاء ، أما إذا كان الهواء الشمالى قادماً من منطقة المحيط الأطلنطى فإن برودته تكون أقل ، ويساعد على انخفاض درجات الحرارة أثناء مرور ضد الإعصار أن السماء تكون صافية ، مما يؤدى إلى زيادة معدلات الإشعاع الأرضى ، خاصة أثناء ليل الشتاء الطويل .

ويمكن مشاهدة تسجيلات الضغط الجوى على خرائط الطقس من خلال مجموعة من الرموز والشفرات التى منها يمكن التعرف على حالة الضغط الجوى بالمنطقة ، ويوضح الشكل رقم (٤٠) رموز قراءات الضغط الجوى التى يلجأ إليها الراصدين لأحوال الطقس لاستخدامها كإشارة إلى الذبذبات التى تطرأ على قراءة البارومتر، وتنقسم هذه الرموز في مجموعها إلى قسمين، يشتمل كل قسم منها خمس حالات تبين كل منها وضع معين للبارومتر، حيث توضح الحالات الخمس الأولى أن الضغط الجوى قد سجل ارتفاعاً أكثر مما كان عليه منذ ثلاثة ساعات وذلك أثناء

عملية الرصد، أما الرموز الخمس الأخرى فإنها توضح انخفاضاً في الضغط في ساعة الرصد عما كانت عليه منذ ثلاث ساعات سابقة وفيما يلى تفسير مضمون كل رمز من الرموز في الشكل رقم (٤٠):

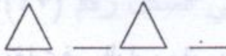
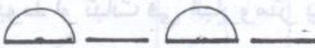
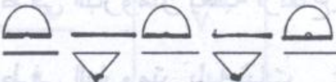
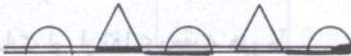
الشكل رقم (٤٠) شفرات قراءة الضغط الجوى .

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	
٥			

تفسير كل رمز من الشفرة على النحو التالى :

رقم الرمز	دلالته
١	ارتفاع في البارومتر يليه انخفاض.
٢	ارتفاع في البارومتر يعقبه ثبات.
٣	ارتفاع بثبات أو بلا ثبات في البارومتر.
٤	هبوط أو ثبات في البارومتر يليه ارتفاع.
٥	ثبات في البارومتر.
٦	هبوط في البارومتر يعقبه ارتفاع.
٧	هبوط في البارومتر يليه ثبات.
٨	هبوط بثبات أو بلا ثبات في البارومتر.
٩	ثبات أو ارتفاع يعقبه هبوط.

أما عن طريقة تمثيل الجبهات على خرائط الطقس فتمثل الجبهات الباردة Cold Front باللون الأزرق ، بينما يتم تمثيل الجبهات الدفيئة أو الساخنة Warm Front باللون الأحمر ، أما إذا كانت الجبهة ثابتة ، فإنه يستخدم اللونان معاً ، فيظهر اللونان ملتصقان على خرائط الطقس ، وتمثل الجبهات الدفيئة على خرائط بواسطة أنصاف أقطار دوائر تشير إلى اتجاه حركتها، على حين توضح الباردة على خرائط الطقس بواسطة مثلثات صغيرة تشير رؤوسها إلى اتجاه حركة الجبهة ، أما الجبهة المنتهية والتى ترتبط كما سبق أن ذكرنا بالمرحلة الأخيرة Occluion Stage فتظهر باللون البنفسجى ، حيث تظهر على شكل أنصاف دوائر ومثلثات متلاحق سوياً .

رمز الشفرة	الشكل الدال عليها
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	
١٠	
١١	
١٢	

الشكل رقم (٤١) الرمز الدالة على الجبهات المختلفة .

ويمكن وصف هذه الرموز كل منها على حده على النحو التالى :

رقم الرمز	دلالته
١	يشير إلى الجبهة الباردة وهو عبارة عن خط أزرق متصل .
٢	يشير إلى وجود جبهة هوائية باردة ولكنها توجد في جزء مرتفع عن سطح الأرض وتمثل بخط أزرق غير متصل .
٣	عبارة عن خط أحمر متصل يوضح جبهة دفيئة توجد فوق سطح الأرض .
٤	تمثل جبهة دفيئة مرتفعة فوق سطح الأرض ، لذا فالرمز خط أحمر غير متصل.
٥	تمثل خطين ملونين أحدهما أحمر والآخر أزرق متجاوران أو ملتصقان ، يوضحان جبهة ثابتة على سطح الأرض .
٦	تشابه الجبهة الثابتة التى ظهرت تحت رقم ٥ غير أنها متمركزة في مكان مرتفع بعيداً عن سطح الأرض ، ولأنها مرتفعة يظهر الخطان الاحمر والأزرق مقطعان .
٧	جبهة منتهية ورمزها عبارة عن خط بنفسجى متصل .
٨	جبهة منتهية ولكنها مرتفعة عن سطح الأرض رمزها خط بنفسجى مقطع .
٩	جبهة منتهية باردة تمثل بخطين السفلى أزرق والعلوى بنفسجى وهما خطان متصلان .
١٠	جبهة منتهية دفيئة تمثل أيضاً بخطين السفلى أحمر والعلوى بنفسجى وهما متصلان .
١١	جبهة منتهية ثابتة يمثلها خط بنفسجى متصل وهى قريبة من سطح الأرض .
١٢	سهم يشير إلى الاتجاه الذى تتحرك نحوه الجبهة وهو أزرق اللون إن كانت الجبهة باردة أو أحمر إن كانت دفيئة .

هذا إذا كانت الألوان متاحة للاستخدام أما إذا لم تتح الألوان فيمكن استخدام الأشكال الموجودة بالجدول التالى :

الجدول رقم (١٠) يوضح طبيعة الجبهة وشكلها واتجاه حركتها .

طبيعة الجبهة	شكل الجبهة	إتجاه حركة الجبهة
جبهة باردة على الأرض		↓
جبهة باردة عليا		↓
جبهة حارة على الأرض		↑
جبهة حارة عليا		↑
جبهة منتهية على الأرض		↑
جبهة منتهية عليا		↑
جبهة ساكنة على الأرض		
جبهة ساكنة عليا		
جبهة منتهية ساكنة على الأرض		
جبهة منتهية ساكنة عليا		
جبهة منتهية حارة على الأرض		↑
جبهة منتهية حارة عليا		↑
جبهة منتهية باردة على الأرض		↑
جبهة منتهية باردة عليا		↑
جبهة غير معلومة	-.-.-.-.-.-.-	

ثانياً : السحب والرموز والشفرات الموضحة لها في خرائط الطقس

لقد قسمنا السحب قبل ذلك إلى أربعة أنواع رئيسية يمكن أن نميز كل منها عن الأخرى بالعين المجردة وبخبرة المترولوجى وهذه الأنواع هى السمحاق Cirrus والركامي Cumulus والطباقى Stratus والمزني Nimbus ، ويعتبر السمحاق من الأنواع المرتفعة ، بينما تظهر السحب الركامية على ارتفاعات منخفضة من سطح الأرض والتى تختلف في طبيعتها عن السحب الطباقية التى تقع تحتها والتى تظهر في شكل طبقة متناسقة .

وتنقسم الرموز التى تسجل بها السحب على خرائط الطقس إلى قسمين ، يتناول القسم الأول الرموز التى يتم استخدامها لإظهار أشكال لسحب، والقسم الثانى هو تلك الشفرات التى توضح أنماط السحب ، وتنقسم المجموعة الأولى إلى ثلاثة رموز رئيسية وذلك تبعاً لارتفاع لسحب عن سطح الأرض وهى:

١- السحب المنخفضة : Low Clouds ويرمز لها بالحروف (CL).
٢- السحب متوسطة الارتفاع: Medium Clouds ورمزها (CM).
٣- السحب المرتفعة : High Clouds ويرمز لها بالحروف (CH).

أولاً : السحب المنخفضة :

وتنقسم المجموعة الأولى (CL) إلى خمسة أنواع وهى :

أ- **الركامى** : Cumulus ويرمز لها بالحروف (Cu) .

وهو عبارة عن سحاب سميك يشبه الصوف المندوف .

ب- **المزن الركامى**: Cumulonibos ويرمز له بالحروف (Cn) .

وهو عبارة عن سحاب داكن اللون ويبدو على شكل أبراج .

جـ- **السحاب الركامى الطبقى** : Strata–Cumulus ويرمز له بالحروف (Sc). وهو عبارة عن سحاب سميك يبدو على هيئة طبقات فى شكل كتلة كروية أو دائرية .

د- **السحاب الطبقى** : Stratus ويرمز له بالحروف (St) .

وهو عبارة عن طبقة منتظمة من السحاب تبدو وكأنها ضباب .

هـ - **سحاب المزن الطبقى**:Nimbo Stratus ويرمز له (Ns) .

وهذا النوع من السحب لونه قاتم يسبب سقوط المطر والثلج أحيانا .

ثانياً -السحب المتوسطة الارتفاع: Medium Clouds ورمزها (CM):

وتنقسم هذه المجموعة هى الأخرى إلى خمسة أنواع هى :

أ- **طبقى متوسط الارتفاع** : Alto – Strarus ورمزه (As) .

طبقة سميكة من السحاب الداكن اللون .

ب- **ركامى متوسط الارتفاع** : Alto – Cumulus ورمزه (Ac) .

كتل كبيرة مستديرة تبدو في شكل خطوط .

جـ- **السحاب المزن المتقطع**: Fracto – Nimbus ورمزه (FN):

طبقة كثيفة من السحاب القاتم لا شكل له وهو ممطر عادة .

د- **السحاب الركامى المرتفع** : High Cumulus ورمزه (Cuh):

طبقة كتلية في شكل دوائر أو موجات وجزؤها السفلى داكن .

هـ- **ركامى طبقى مرتفع** High Strato Cumulus ورمزه(Sch).

ثالثاً : السحب المرتفعة : High Clouds ورمزها (CH):

وتنقسم هذه المجموعة إلى ثلاثة أنواع هى :

أ- **سحب السمحاق** : Cirrus ورمزها (Ci) .

سحب متقطعة عالية كزغب الريس أو ندف القطن تتكون من بللورات ثلجية صغيرة جداً.

ب- **سحب السمحاق الطبقى** : Cirrus Stratus رمزها (CS) .

طبقة رقيقة من السحاب العالى قد تكون بيضاوية الشكل .

جـ- **سحب السمحاق الركامى**:Cirro Cumulus ورمزها (Cc).

وهى كتل صغيرة من السحاب المرتفع تكون مستديرة تظهر في شكل مجموعات أو خطوط .

كما يقسمها البعض إلى أربع مجموعات كما يتضح من الجدول التالى:

جدول رقم (١١) أنواع السحب من حيث الارتفاع والشكل

ارتفاع السحاب	نوعه
السحب العالية High Clouds CH	سحب السمحاق Cirrus سحب السمحاق الركامى Cirro – Cumulus سحب السمحاق الطبقى Cirro Stratus
سحب متوسطة الارتفاع Medium Clouds CM	**سحب ركامى متوسط الارتفاع Alto Cumulus** سحب طبقى متوسط الارتفاع Alto Stratus سحب المزن الطبقى Nimbo Stratus
سحب منخفضة Low clouds CL	سحب الركام الطبقى Strato Cumulus سحب الطباقية Stratus
سحب ذات نمو رأسى clouds in vertical Level CL	سحب الركام Cumulus سحب الركام المزنى Cumulo nimbus

أولاً السحب العالية : High Clouds

ولا ينتج عنها تساقط (مطرى – ثلجى) ، وهى بيضاء لا تحجب أشعة الشمس ، ونتيجة شدة ارتفاعها فإنها تتكون من بللورات ثلجية ، ولا يظهر لها ظل على سطح الأرض ، وقد تأتى في مقدمة الانخفاضات الجوية ويأتى بعدها سحب من أنواع أخرى مما يدل على اضطراب الجو وتنقسم إلى ثلاثة أنواع هى :

١- سحب السمحاق : (Ci)

وهـــى سحب مرتفعة جداً عبارة عن حبات من الثلج صغيرة الحجم جــداً ، تشبه في شكلها زغب الريش الأبيض أو القطن المندوف، وتظهر أحــياناً في شكل خطوط عبر السماء ولها مظهر كالألياف أحياناً أخرى ، ولا تحجــب أشـــعة الشـــمس وليس لها ظل على الأرض ، ووجودها في صــفحة السماء يدل على الجو الصحو ، وإذا زاد سمكها وكثافتها دل ذلك على تغير الجو إلى طقس ردىء وقرب حلول انخفاض جوى .

٢- سحب السمحاق الركامي : (Cc)

وهـــى ســحب تظهـــر علـــى شكل قطع أو بقع بيضاء وفى شكل مجموعات ، وتدل هذه السحب عموماً على الجو الصحو ، ولكنها قد تكون في مقدمة عاصفة إذا ما زادت كثافتها وقل ارتفاعها ، وتكون هذه السحب غالباً في حوض البحر المتوسط في مقدة الانخفاضات الجوية .

٣- سحب السمحاق الطبقي : (Cs)

وهـــى ســـحب بيضـــاء عالية وتغطى صفحة السماء بغطاء أبيض فتظهر السماء في شكل اللبن المسكوب ، وتتكون من جزيئات ثلجية ينتج عنها هالة حول القمر في الليل نتيجة انعكاس الضوء على بللورات الثلوج، وقد تغطى السماء جزيئاً لا كلياً .

وتمثل هذه السحب على خرائط الطقس الرموز التالية :

رقم الرمز	الشكل
صفر	بدون رمز
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	

شكل (٤٢) شفرات السحب العالية.

وتـــدل الأرقام والأشكال أو الرموز على السحب التالية كما يتضح من الجدول التالي:

الجدول رقم (١٢) أرقام رموز السحب المرتفعة ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
صفر	ليس هناك سحب .
١	سحب سمحاق على هيئة كتل متناثرة رقيقة .
٢	سحب سمحاق كثيرة تبدو على هيئة رقيقة مستمرة .
٣	سحب سمحاق سنداني الشكل عادة كثيفة .
٤	سحب سمحاق على شكل هلب أو خطاف .
٥	سحب سمحاق طبقي متقاربة (متقدمة) صوب الأفق بزاوية لا يزيد ارتفاعها عن ٤٥° فوق خط الأفق .
٦	سحب سمحاق طبقي يزداد انتشارها (ارتفاعها) فوق الأفق بزاوية تزيد عن ٤٥° مع الأفق .
٧	سحب سمحاق طبقي لا تغطي السماء .
٨	سحب سمحاق لا تغطي كل السماء بل أجزاء منه .
٩	سحب سمحاق ركامي تصاحب بعض سحب السمحاق .

ثانياً السحب المتوسطة : Medium Clouds

وتتكون هذه السحب من قطرات من المياه المثلجة مع بعض بلورات ثلجية وتنقسم إلى الأنواع التالية :

١- سحب الركام المتوسط الارتفاع (Ac):

وتـــتكون من لفات كثيفة من السحب بينها أجزاء تخف فيها السحب إلى جانب قطع من السحب ، وهى منتظمة في أشكالها ولونها رمادى داكن وأحياناً تأخذ مجموعات في صفوف طويلة أو على شكل أمواج متتابعة ، وعند وجودها في الجو يدل ذلك عادة على تغير مفاجئ في حالة الجو إلى الأسوأ نتيجة اقتراب عاصفة رعدية .

٢- سحب الطبقي متوسط الارتفاع :(Ac):

وهـــى ســـحب منخفضة تظهر في لون رمادى أو يميل إلى اللون الأزرق، منتظمة في شكلها على هيئة تشبه الضباب ، ولكنها لا تصل إلى ســطح الأرض ولكـــنها قريبة منه ، ويمكن أن يرى منها ضوء الشمس والقمـــر بلون خافت ، أما إذ كانت كثيفة فإنها تحجب ضوء الشمس تماماً وقد تسقط منها في هذه الحالة قطرات من المطر الخفيف .

٣- المزن الطبقي (Ns):

سحب كثيفة غير منتظمة الأشكال ، وهى ذات لون داكن في جزئها الأســفل ، ويحـــتمل أن تسقط مطراً ، ويظهر جزوها العلوى على هيئة سندان ، وتحجب أشعة الشمس ، وقد يصاحبها أحياناً برق ورعد .

ثالثاً : السحب المنخفضة Low clouds

وهـــى ســـحب تتكون من قطرات مائية صغيرة وتقترب من سطح الأرض وتنقسم إلى :

١- سحب الركام الطبقي : (Sc) :

تـــتكون مـــن لفافـــات كثيفة من السحب بينها أجزاء خفيفة وقطع السـحاب منـــتظمة في أشكالها ولونها رمادى غامق ، أو في شكل لفافات طويلـــة ومتوازية، وتوجد في ليالى سماؤها صافية ، ولا تسبب مطر إلا نادراً.

٢- سحب طباقية : (St)

ســـحب رمادية منتظمة منخفضة تشبه الضباب ولكنها لا تصل إلى ســطح الأرض ، وقـــد تسقط قطرات خفيفة من المطر على شكل رذاذ ، ويمكن أن نرى منها ضوء الشمس أو القمر إن كان خفيفاً وقد تحجبهم إذا كانت كثيفة .

رابعاً : السحب ذات النمو الرأسي :

وتعتبر أخفض السحب وهى تمتد قريباً من سطح الأرض وقد تمتد إلى أعلى نطاقات السحب حتي تقترب من السحب المرتفعة، وكذلك تسمى بالسحب العمودية وتتكون من :

١- سحب الركام (Cu)

سـحب كثـيفة تمتد رأسياً وهى تشبه في شكلها زهرة القرنبيط ، ويعـنى ذلك وجود حركة تصعيد في الهواء إلى أعلى ، وتوجد غالباً في الجو الصحو، وتفصل بين كل سحابة والأخرى مناطق خالية من السحاب تسـمح بمـرور الشمس خلالها وتنشأ عند تسخين الهواء في النهار نتيجة سـخونة سـطح الأرض بفعـل أشعة الشمس، وتتكون من قطرات مائية خاصـة فـي الجزء السفلى بينما قد تتحول إلى بلورات ثلجية في الجزء العلوى والتى تنخفض بها درجات الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى .

٢- سحب المزن الركامي (Cb)

وتمـتد هى الأخرى رأسياً حتى تصل إلى مستوى التكاثف وبالتالى يصاحبها سقوط أمطار غزيرة وحدوث الرعد والبرق وأحياناً سقوط البرد، وتـبدو هذه السحب في شكل كتل ضخمة ومتراكمة كالجبال ، وهى تشبه سـحب الـركام فـي أن الجزء السفلى منها عبارة عن قطرالت مائية أما الجـزء العلـوى فبلورات ثلجية وهى تنشأ من التيارات الهوائية الصاعدة القوية.

ويوضـــح الشكل رقم (٤٣) شفرات السحب المنخفضة والمتوسطة الارتفاع .

رقم الرمز	رموز السحب المنخفضة	رموز السحب متوسطة الارتفاع
صفر	بدون رمز	بدون رمز
١		
٢		
٣		
٤		
٥		
٦		
٧		
٨		
٩		

الشكل رقم (٤٣) السحب المتوسطة والمنخفضة.

الجدول رقم (١٣) دلالات رموز وشفرات السحب المنخفضة

الرقم	دلالته
صفر	لا توجد سحب
١	سحب ركامية بسيطة (ركام بسيط) .
٢	سحب ركامية منخفضة ثقيلة منتفخة على هيئة سندان .
٣	سحب ركامية مزنية .
٤	سحب ركام طبقى ناشئ من مقطع الركام .
٥	طبقة من السحاب الطبقى أو الركام الطبقى .
٦	سحب متقطعة منخفضة مصحوبة بطقس ردئ .
٧	سحب ركامية ثقيلة منتفخة أو ركام مزنى مندمج في ركام طبقى .
٨	سحب ركامية مهلهلة ثقيلة مصاحبة لطقس سئ .
٩	سحب ركام مزنى بقمم سمحاقية ركامية .

ومــن خلال الشكل رقم (٤٣) يمكن التعرف على رموز السحب متوسطة الارتفاع وتشير أرقامها إلى أنواع السحب كما في الجدول التالى.

جدول رقم (١٤) دلالات رموز وشفرات السحب متوسطة الارتفاع

رقم	دلالته
صفر	لا توجد سحب .
	سحب من النوع الطباقى رقيقة ومتوسطة (نصف شفافة) .
	سحب طباقية متوسطة السمك معتمة .
	سحب رقيقة ركامية متوسطة أحياناً .
	سحب ركامية متوسطة تظهر في شكل لوزى أو كتلى منفصل .
	سحب ركامية متوسطة على هيئة أشرطة أو صفوف .
	سحب ركامية متوسطة ناتجة عن انتشار قمم السحب الركامية .
	سحب ركامية متوسطة مندمجة في طبقة متوسطة .
	سحب ركامية من النوع المتوسط في شكل قطع ندف القطن المتناثرة
	سحب ركامية متوسطة على هيئة طبقات مختلفة الارتفاعات .

أمـــا عن الشفرات التى توضح كميات السحب التى تغطى صفحة السماء قد اســتخدمت لذلك شفرات قديمـــة هى التى تتضح من الشكل رقـــم (٤٤) ...ى لم تعد تستخدم الآن على المستوى الدولى، بينما تستخدم شفرة جديدة عن طريق الهيـــئة الدولـــية للأرصـــاد الجوية وهى التى يمثلها الشكل رقم (٤٥) ويوضح الجدول التالى مدلول الأرقام في الشفرة القديمة .

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
صفر		٥	
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	

الشكل رقم (٤٤) الشفرة القديمة لتقدير كمية السحب

الرقم	الرمز	الرقم	الرمز
صفر		٥	
١		٦	
٢		٧	
٣		٨	
٤		٩	

الشكل رقم (٤٥) الشفرة الحديثة لتقدير كمية السحب

الجدول رقم (١٥) أرقام الشفرة القديمة ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
صفر	سماء صافية ولا توجد سحب
١	١/٨ السماء مغطى بالسحب
٢	٢/٨ السماء تغطية السحب .
٣	٣/٨ السماء تغطية السحب .
٤	٤/٨ السماء مغطى بالسحب .
٥	٥/٨ السماء مغطى بالسحب .
٦	٦/٨ السماء تغطية السحب .
٧	٧/٨ السماء تغطية السحب .
٨	السماء مغطاة تماماً بالسحب .
٩	السماء مظلمة والرؤية غير واضحة للراصد.

بينما قسمت الشفرة القديمة السماء إلى ١٠ أجزاء نجد أن الشفرة الحديثة قد قسمت السماء إلى ٨ أجزاء زيادة في التوضيح وهذا ما سوف نراه من جدول مدلول أرقام : الشفرة الحديثة.

جدول رقم (١٦) أرقام الشفرة الحديثة ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
صفر	لا توجد سحب والسماء صافية .
١	تغطى السحب ١/١٠ السماء أو أقل .
٢	تغطى السحب ما بين ٢/١٠ ، ٣/١٠ من السماء .
٣	تغطى السحب ٤/١٠ السماء.
٤	تغطى السحب ٥/١٠ السماء.
٥	تغطى السحب ٦/١٠ السماء .
٦	تغطى السحب ما بين ٧/١٠، ٨/١٠ من السماء .
٧	تغطى السحب أكثر من ٩/١٠ من السماء مع وجود فجوات ضيقة لا تغطيها السحب .
٨	السماء محجوبة تماماً بالسحب .
٩	تتسم السماء بالإظلام وعدم وضوح الرؤية للراصد .

ثالثاً : الرياح والعواصف ورموزها وشفراتها في خرائط الطقس

يتم تمثيل اتجاه الرياح في خرائط الطقس بخط ينتهى إلى الدائرة التى تمثل المحطة، ويكون اتجاهه نحو مركز المحطة، أما سرعة الرياح فتظهر على شكل خطوط مائلة على اتجاه الرياح وهى تتبع في ذلك مقياس بيفورت Peufurt كما يوجد دليل رقمى يوضح اتجاه الرياح أيضاً كما هو مبين فيما يلى

الجدول رقم (١٧) رقم اتجاه الرياح

رقم الاتجاه	الاتجاه	درجة الاتجاه
٠٠	هواء ساكن ولا توجد رياح.	سكون
٠٢	الشمال.	صفر/ ٣٦٠ °
٠٤	شمال الشمال الشرقي.	٢٢,٥ °
٠٦	الشمال الشرقي	٤٥ °
٠٨	شرق الشمال الشرقي.	٦٧,٥ °
١٠	شرق.	٩٠ °
١٢	شرق الجنوب الشرقي.	١١٢,٥ °
١٤	الجنوب الشرقي.	١٤٥ °
١٦	جنوب الجنوب الشرقي.	١٦٧,٥ °
١٨	الجنوب.	١٨٠ °
٢٠	جنوب الجنوب الغربي.	٢٠٢,٥ °
٢٢	الجنوب الغربي.	٢٢٥ °
٢٤	غرب الجنوب الغربي.	٢٤٧,٥ °
٢٦	غرب.	٢٧٠ °
٢٨	غرب الشمال الغربي.	٢٩٢,٥ °
٣٠	الشمال الغربي.	٣١٥ °
٣٢	شمال الشمال الغربي.	٣٣٧,٥ °

الرقم	الشفرة
صفر	○
١	
٢	
٣	
٤	
٥	
٦	
٧	
٨	
٩	
١٠	
١١	
١٢	
١٣	
١٤	
١٥	
١٦	
١٧	

الشكل رقم (٤٦) شفرات سرعة الرياح

جدول رقم (١٨) توضيح دليل الأرقام الموضحة لشفرات سرعة الرياح.

الرقم	بالعقدة / ساعة	بالميل / ساعة	بالكم / ساعة
١	هادئة	هادئة	هادئة
٢	١-٢	١-٢	١-٣
٣	٣-٧	٣-٨	٤-١٣
٤	٨-١٢	٩-١٤	١٤-١٩
٥	١٣-١٧	١٥-٢٠	٢٠-٣٢
٦	١٨-٢٢	٢١-٢٥	٣٣-٤٠
٧	٢٣-٢٧	٢٦-٣١	٤١-٥٠
٨	٢٨-٣٢	٣٢-٣٧	٥١-٦٠
٩	٣٣-٣٧	٣٨-٤٣	٦١-٦٩
١٠	٣٨-٤٢	٤٤-٤٩	٧٠-٧٩
١١	٤٣-٤٧	٥٠-٥٤	٨٠-٨٧
١٢	٤٨-٥٢	٥٥-٦٠	٨٨-٩٦
١٣	٥٣-٥٧	٦١-٦٦	٩٧-١٠٦
١٤	٥٨-٦٢	٦٧-٧١	١٠٧-١١٤
١٥	٦٣-٦٧	٧٢-٧٧	١١٥-١٢٤
١٦	٦٨-٧٢	٧٨-٨٣	١٢٥-١٣٤
١٧	٧٣- ٧٧	٨٤-٨٩	١٣٥-١٤٣
١٨	١٠٣-١٠٧	١١٩-١٢٣	١٩٢-١٩٨

وقـــد كان مقياس الأدميرال البريطاني السير بوفورت من أول المقاييس المســـتخدمة فـــي تقديـــر سرعات الريح وتأثيراتها، وقد أعد ه في عام ١٨٠٥ لمســـاعدة الـــبحارة بالملاحظات البصرية، ويبدأالمقياس بالقوة (صفر) وينتهي بالقوة (١٢) ومازال هذا المقياس يستخدم سواء علي اليابس أو علي الماء، ويتم القياس علي اليابس أو الماء علي ارتفاع ١٠ أمتار من السطح في كل منهما.

جدول رقم (١٩) سرعات الريح بمقياس بوفورت

قوة الريح	السرعة المتكافئة		وصف الريح
	بالميل/ ساعة	بالعقدة/ ساعة	
صفر	صفر-١	صفر-١	هادئة
١	١-٣	١-٣	هواء خفيف
٢	٤-٧	٤-٦	نسيم خفيف
٣	٨-١٢	٧-١٠	نسيم لطيف
٤	١٣-١٨	١١-١٦	نسيم معتدل
٥	١٩-٢٤	١٧-٢١	نسيم منعش
٦	٢٥-٣١	٢٢-٢٧	نسيم قوي
٧	٣٢-٣٨	٢٨-٣٣	شبه هوجاء
٨	٣٩-٤٦	٣٤-٤٠	هوجاء
٩	٤٧-٥٤	٤١-٤٧	هوجاء قوية
١٠	٥٥-٦٣	٤٨-٥٥	عاصفة
١١	٦٤-٧٢	٥٦-٦٣	عاصفة عنيفة
١٢	٧٣-٨٣	٦٤-٧١	هيريكين

أمــا عــن العواصف فيوجد نوعين من الشفرات يستخدمان ليدلان على العواصــف، وذلك لأن العواصف الترابية Dust Storms والعواصف الرملية Sand Storms تخـتلفان تماماً عن العواصف الرعدية Thunder Storms، حيـث تصاحب العواصف الرعدية عموماً أمطار رعدية غزيرة مع احتمالات

كبـيرة لسـقوط الـبرد، لذلـك توجد تشمل كل العواصف باستثناء العواصف الرعدية، مع وجود شفرة للعواصف الرعدية.

الرقم	الشفرة
٣٠	
٣١	
٣٢	
٣٣	
٣٤	
٣٥	
٣٦	
٣٧	
٣٨	
٣٩	

شـكل رقـم (٤٧) شـفرات العواصـف الترابـية والرملـية والثلجـية.

ويـدل الجـدول التالى على مدلولات أرقام شفرات العواصف لتوضيح نوعية العواصف الموجودة .

جدول (٢٠) مدلولات أرقام الشفرات لمعرفة نوعية العواصف

الرقم	مدلول الشفرة
٣٠	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة تناقصت في الساعة الماضية
٣١	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣١	عاصـــفة ترابـــية أو رملية ثابتة ضعيفة أو متوسطة بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٢	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت في الضعف في الساعةالماضية.
٣٤	عاصفة ترابية أو رملية قوية لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣٥	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٦	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة منخفضة عموماً.
٣٧	عاصفة ثلجية كثيفة منخفضة عموماً.
٣٨	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة مرتفعة عموماً.
٣٩	عاصفة ثلجية شديدة مرتفعة عموماً.

بيـــنما يوضـــح الشكل رقم (٤٨) شفرات العواصف الرعدية ، والتى يصاحبها سقوط الأمطار الغزيرة وسقوط البرد ، ومن ثم فإنه عند الإشارة إلى أى نـــوع من العواصف يجب أن يذكر اسم العاصفة ، وتتكون العواصف عند اشتداد سرعة الرياح .

الرقم	الشفرة
٩٠	
٩١	
٩٢	
٩٣	
٩٤	
٩٥	
٩٦	
٩٧	
٩٨	
٩٩	

شكل رقم (٤٨) شفرات العواصف الرعدية

جدول رقم (٢١) مدلولاً أرقام شفرات العواصف الرعدية

الرقم	مدلول الرقم
٩٠	رخات برد متوسطة أو شديدة مع أ بدون مطر ومختلطة بثلج غير مرتبطة برعد.
٩١	مطـــر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٢	مطـــر قليل أو غزير في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٣	ثلـــج قليل أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٤	ثلج متوسط أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٥	عاصفة رعدية متوسطة لا يسقط بها برد ولكنها مصحوبة بسقوط مطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٦	عاصفة رعدية متوسطة مع سقوط قليل من البرد ساعة الرصد .
٩٧	عاصفة رعدية متوسطة لا تُسقط برداً ولكنها مصحوبة بمطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٨	عاصفة رعدية مصحوبة بعاصفة ترابية ساعة الرصد .
٩٩	عاصفة رعدية شديدة مع سقوط برد ساعة الرصد .

أما الرياح فقد ترسم في خرائط خطوط الضغط المتساوى أو ترسم فى خرائط خاصة بها، كما هو الحال في خرائط الدورة الهوائية حيث ترسم الاسم الخاصة بالرياح دون الاعتماد على بيانات دقيقة تبين سرعة الرياح وقوتها ، والتى إذا توافرت بياناتها تساعد على توضح صورة الرياح بشكل أدق ، لأنه في هذه الحالة سيتم رسم أسهم الرياح بمقاييس رسم توضح سرعة الرياح ونسبة هبوبها .

ومـــن ثم فإن الأسهم المتصلة التى تستخدم في خرائط الطقس تختلف عن الأســـهم النســـبية التى تشير إلى نسبة هبوب الرياح السائدة وقوتها تماماً، لأن النوع الأخير تتنوع أشكاله ويختلف السمك النسبى من سهم إلى آخر كما يتضح من الشكل رقم (٤٩) .

سرعة الرياح بالكم	نسبة هبوب الرياح		
	أقل من ٥٠٪	من ٥٠٪-٧٥٪	أكثر من ٧٥ ٪
أقل من ٥			
من ٦ – ١٥			
أكثر من ١٥			

الشكل رقم (٤٩) سرعة ونسبة هبوب الرياح

رابعاً : مظاهر التكاثف في خرائط الطقس

إذا كانت دراسة السحب في خرائط الطقس لها أهمية خاصة وواضحة ، فإن مظاهر التكاثف والتساقط لا تقل عنها أهمية ، ولذلك نجد عدد من الشفرات الخاصة بمظاهر التكاثف والتساقط ، ومنها شفرة الضباب الشكل رقم (٥٠) ، ومنها يستطيع المترولوجيين والجغرافيين التفرقة بين أنواع الضباب والشبورة المختلفة كأن يكون ضباب سميك والضباب شديد الكثافة والعينات الدالة على كل نوع منها ، كما توجد الشفرات الخاصة بالرذاذ وهى نوع من التساقط يختلف عن المطر ، وكذلك الشفرات الدالة عن المطر الذى يمثل أهم مظاهر التساقط ، ثم شفرات الثلج والذى لا يقل عن المطر كأحد مظاهر التساقط وشفرات رخات التساقط وأنواع أخرى من شفرات التساقط كما سيلى ذكره:

١ ـ الضباب : Fog

الرقم	الشفرة
٤٠	
٤١	
٤٢	
٤٣	
٤٤	
٤٥	
٤٦	
٤٧	
٤٨	
٤٩	

الشكل رقم (٥٠) شفرات الضباب

جدول رقم (٢٢) أرقام شفرات الضباب ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
٤٠	ضباب أو ضباب ثلجي يري عن بعد في ساعة الرصد لكنه لم يكن موجود عند محطة الرصد في ساعة الرصد.
٤١	ضباب أو ضباب ثلجي في شكل بقع.
٤٢	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء لأنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٣	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء لكنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٤	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٥	ضباب أوضباب ثلجي لا تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٦	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٧	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٨	ضباب حديث التراكم (التكوين) و تري من خلاله السماء.
٤٩	ضباب حديث التراكم (التكوين) و لكنه يحجب السماء.

٢ - الرذاذ: Drizzle

ويختلف الرذاذ عن المطر في أن حجم حبيباته دقيقة، ويرتبط أساساً بتكون الضباب والسحب من النوع الطباقى ويوضح الشكل رقم (٥١) الشفرات المستخدمة في الرذاذ .

الرقم	الشفرة
٥٠	
٥١	
٥٢	
٥٣	
٥٤	
٥٥	
٥٦	
٥٧	
٥٨	
٥٩	

الشكل رقم (٥١) شفرات الرذاذ.

الجدول رقم (٢٣) أرقام شفرات الرذاذ ومدلولاتها .

الرقم	الدلالة
٥٠	رذاذ متقطع (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد .
٥١	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.
٥٢	رذاذ متقطع (غيرمتجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٣	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٤	رذاذ متقطع (غيرمتجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٥	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٦	رذاذ متجمد نوعاً.
٥٧	رذاذ متجمد متوسط أو كثيف.
٥٨	رذاذ مصحوب بمطر خفيف.
٥٩	رذاذ ومطر معتدل أو كثيف.

٣- المطر:Rain ويوضح الشكل رقم (٥٢) شفرات الدالة على المطر

الرقم	الشفرة
٦٠	
٦١	
٦٢	
٦٣	
٦٤	
٦٥	
٦٦	
٦٧	
٦٨	
٦٩	

الشكل رقم (٥٢)

جدول رقم (٢٤) أرقام شفرات المطر ومدلولاتها

الرقم	الدلالة
٦٠	مطر متقطع (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد .
٦١	مطر مستمر (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد.
٦٢	مطر متقطع (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٣	مطر مستمر (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٤	مطر متقطع (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٥	مطر مستمر (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٦	مطر خفيف متجمد .
٦٧	مطر متوسط أوكثيف متجمد.
٦٨	مطر أو رذاذ وثلج ،خفيف.
٦٩	مطر أو رذاذ وثلج ،متوسط أو كثيف.

٤- الثلج : Snow

وهو نوع من التساقط يسقط على شكل بلورات أو ندف ثلج فيختلف عن الجليد المتميع Sleet والبرد، إذ أن الجليد المتميع أو المطر الثلجى كما يحلو لبعض الباحثين أن يسموه لا يتكون إلا في درجة حرارة قريبة من نقطة التجمد أو أعلى منها قليلاً، فهى قطرات ما بين الماء والثلج ، حيث يسقط على هيئة أمطار متجمدة أو ثلج، وهو الذى يختلف عن البرد الذى يمثل كرات جليدية ثقيلة ذات أشكال مختلفة وشفافة يرتبط سقوطها بالمزن ، وتستخدم لبيان التساقط الثلجى وأنواع الثلوج عدة شفرات هى المستخدمة في الشكل رقم (٥٣) :

الرقم	الشفرة
٧٠	*
٧١	* *
٧٢	* *
٧٣	* * *
٧٤	* * *
٧٥	* * * *
٧٦	↔
٧٧	
٧٨	
٧٩	

الشكل رقم (٥٣) شفرات الثلج.

ويوضح الجدول التالى أرقام شفرات الثلج ومدلولاتها

جدول رقم (٢٥) أرقام شفرات الثلج ومدلولاتها

الرقم	الشفرة
٧٠	سقوط ندف ثلج متقطع خفيف وقت الرصد.
٧١	سقوط ندف ثلج مستمر خفيف وقت الرصد.
٧٢	سقوط ندف ثلج متقطع موسط وقت الرصد.
٧٣	سقوط ندف ثلج مستمر ومتوسط وقت الرصد.
٧٤	سقوط ندف ثلج متقطع كثيف وقت الرصد.
٧٥	سقوط ندف ثلج مستمر وكثيف وقت الرصد.
٧٦	شظايا ثلجية (غبار بللوري) مع أو بدون ضباب.
٧٧	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب.
٧٨	بللورات ثلجية منفصلة تشبه النجوم مع أو بدون ضباب.
٧٩	كرات ثلجية مائعة.

وإذا استمر التساقط في شكل دفعة واحدة في فترة زمنية قصيرة وبعد ذلك ينقطع هذا التساقط فإننا نطلق عليه اسم رخات Showers .

٥- الرخات : Showers.

وتســتخدم لها شفرات للتمييز بينها وبين بعضها كما هو الحال في الشكل التالى رقم (٥٤) :

الرقم	الشفرة
٨٠	● ▽
٨١	• ▽
٨٢	● ● ▽
٨٣	● ✱ ▽
٨٤	● ✱ ▽
٨٥	✱ ▽
٨٦	✱ ▽
٨٧	△ ▽
٨٨	△ ▽
٨٩	▲ ▽

الشكل رقم (٥٤) شفرات رخات المطر

يوضح الجدول التالى مدلولات أرقام شفرات رخات المطر على النحو التالى:

جدول رقم (٢٦) أرقام شفرات رخات المطر ومدلولاتها .

رقم	الدلالة
٨	رخة/ رخات مطر خفيفة.
٨	رخة/ رخات مطر متوسطة أو غزيرة.
٨	رخة/ رخات مطر عنيفة
٨	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج خفيفة.
٨	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج متوسطة أو غزيرة.
٨	رخة/ رخات ثلج خفيفة.
٨	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة.
٨	رخة/ رخات كرات ثلجية أو برد صغير خفيفة.
٨	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة أو كرات جليد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج.
٨	رخـــة/رخات برد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج غير مرتبطة بالرعد .

٦- شفرات إضافية للتكاثف والتساقط:

تســتخدم بعــض الشفرات الإضافية لتوضح أنواع من التكاثف والتساقط ر أنواع المطر والثلج والضباب والرخات التى أوضحنا شفراتها فيما سبق ، نده الشفرات هى التى يوضحها الشكل رقم (٥٥) على النحو التالى :

الرقم	الشفرة
٠٤	
٠٥	
١٠	
١٥	
٢٠	
٢١	
٢٢	
٢٣	
٢٤	
٢٥	
٢٦	
٢٧	

الشكل رقم (٥٥)شفرات التكاثف و التساقط الإضافية.

ويوضح الجدول التالى مدلولات أرقام شفرات التكاثف والتساقط الإضافية
النحو التالى: جدول رقم (٢٧) أرقام شفرات التكاثف والتساقط الإضافية
ولاتها .

قم	الدلالة
	قلت الرؤية بسبب الشبورة التي تشبه الدخان .
	شبورة Haze والرؤية أكثر من كيلو متر واحد .
	ضباب خفيف جداً والرؤية أقل من كيلو متر .
	تساقط خلال الرؤية يصل إلي سطح الأرض أو البحر لكن علي بعد حوالي ٥ كم المحطة.
	رذاذ (غير متجمد) أو حبيبات ثلج لاتسقط كرخات في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	مطر(غير متجمد لاتسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	ثلج(لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	مطر وثلج أو كرات جليد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	رذاذ متجمد أو مطر متجمد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
	رخات مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
	رخات ثلج أو مطر وثلج في الساعة السابقة لا في ساعة الرصد.
	رخات برد أو برد مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.

	0	١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩
00										
١										
٢										
٣										
٤										
٥										
٦										
٧										
٨										
٩										

الشكل رقم (٥٦) شفرات الطقس الحاضر

ويوضح الجدول التالى مدلولات أرقام شفرات الطقس الحاضر التي تمثل كل حالات الطقس التي يمكن تسجيلها في أي محطة أرصاد

جدول رقم (٢٨) مدلول شفرات الطقس الحاضر

الرقم	مدلول الشفرة
صفر	السماء صافية ولميلاحظ بها سحب في الساعة الماضية.
٠١	تتبدد السحب عموماً أو تصبح أقل تطوراً في الساعة الماضية.
٠٢	لم تتغير حالة السماء ككل في الساعة الماضية.
٠٣	تتكون أو تتطور السحب في الساعة الماضية.
٠٤	قلت الرؤية بسبب الشبورة التي تشبه الدخان .
٠٥	شبورة Haze والرؤية أكثر من كيلو متر واحد .
٠٦	غبار واسع الإنتشار معلق في الهواءغير مرفوع بالريح في ساعة الرصد.
٠٧	عبار أو رمل مرفوع بالريح في ساعة الرصد.
٠٨	دوامة غبار متطورة جداً في الساعة الماضية.
٠٩	عاصفة ترابية أو عاصفة رملية في مدي الرؤية أو عند المحطة في الساعة الماضية.
١٠	ضباب خفيف.
١١	بقع ضباب ضحل عند المحطة لا يزيد ارتفاعها عن الأرض ٦ قدم.
١٢	تزايد أو تناقص الضباب الضحل عند المحطة لا يزيد ارتفاعها عن الأرض ٦ قدم.
١٣	يري البرق ولا يسمع صوت الرعد.
١٤	تساقط في مدي الرؤية لكن لايصل إلي سطح الأرض.
١٥	تساقط في مدي الرؤية يصل إلي سطح الأرض لكن بعيداً من المحطة.
١٦	تساقط في مدي الرؤية يصل إلي سطح الأرض لكن قريباً من المحطة.
١٧	سمع الرعد لكن لايوجد تساقط عند المحطة.
١٨	عواصف في مدي الرؤية في الساعة الماضية أو ساعة الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
١٩	سحب قمعية في مدي الرؤية في ساعة الرصد.
٢٠	رذاذ (غير متجمد) أو حبيبات ثلج لاتسقط كرخات في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢١	مطر (غير متجمد لاتسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٢	ثلج(لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٣	مطر وثلج أو كرات جليد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٤	رذاذ متجمد أو مطر متجمد (لايسقط كرخات) في الساعة السابقة وليس في ساعة الرصد.
٢٥	رخات مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٦	رخات ثلج أو مطر وثلج في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٧	رخات برد أو برد مطر في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٨	ضباب في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٢٩	عاصفة رعدية (مع أو بدون تساقط) في الساعة السابقة لكن ليس في ساعة الرصد.
٣٠	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة تناقصت في الساعة الماضية.
٣١	عاصفة ترابية أو رملية ضعيفة أو متوسطة لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣٢	عاصفة ترابية أو رملية ثابتة ضعيفة أو متوسطة بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٣	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت في الضعف في الساعةالماضية.

الرقم	مدلول الشفرة
٣٤	عاصفة ترابية أو رملية قوية لم يحدث بها تغير في الساعة الماضية.
٣٥	عاصفة ترابية أو رملية قوية بدأت أو تزايدت في الساعة الماضية.
٣٦	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة منخفضة عموماً.
٣٧	عاصفة ثلجية كثيفة منخفضة عموماً.
٣٨	عاصفة ثلجية خفيفة أو متوسطة مرتفعة عموماً.
٣٩	عاصفة ثلجية شديدة مرتفعة عموماً.
٤٠	ضباب أو ضباب ثلجي يري عن بعد في ساعة الرصد لكنه لم يكن موجود عند محطة الرصد في ساعة الرصد.
٤١	ضباب أو ضباب ثلجي في شكل بقع.
٤٢	ضباب أوضباب ثلجي ترى منه السماء لأنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٣	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء لكنه بدأ يخف في الساعة الماضية.
٤٤	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٥	ضباب أوضباب ثلجي لا تري منه السماء ولم يحدث تغير الساعة الماضية.
٤٦	ضباب أوضباب ثلجي تري منه السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٧	ضباب أوضباب ثلجي يحجب السماء وبدأ أوخف سمكه في الساعة الماضية.
٤٨	ضباب حديث التراكم (التكوين) و تري من خلاله السماء.
٤٩	ضباب حديث التراكم (التكوين) و لكنه يحجب السماء.
٥٠	رذاذ متقطع (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.
٥١	رذاذ مستمر (غيرمتجمد) خفيف في وقت الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
٥٢	رذاذ متقطع (غير متجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٣	رذاذ مستمر (غير متجمد) متوسط في وقت الرصد.
٥٤	رذاذ متقطع (غير متجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٥	رذاذ مستمر (غير متجمد) كثيف في وقت الرصد.
٥٦	رذاذ متجمد نوعاً.
٥٧	رذاذ متجمد متوسط أو كثيف.
٥٨	رذاذ مصحوب بمطر خفيف.
٥٩	رذاذ ومطر معتدل أو كثيف.
٦٠	مطر متقطع (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد .
٦١	مطر مستمر (غير متجمد) خفيف ساعة الرصد.
٦٢	مطر متقطع (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٣	مطر مستمر (غير متجمد) متوسط ساعة الرصد.
٦٤	مطر متقطع (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٥	مطر مستمر (غير متجمد) كثيف ساعة الرصد.
٦٦	مطر خفيف متجمد .
٦٧	مطر متوسط أوكثيف متجمد.
٦٨	مطر أو رذاذ وثلج ،خفيف.
٦٩	مطر أو رذاذ وثلج ،متوسط أو كثيف.
٧٠	سقوط ندف ثلج متقطع خفيف وقت الرصد.
٧١	سقوط ندف ثلج مستمر خفيف وقت الرصد.
٧٢	سقوط ندف ثلج متقطع موسط وقت الرصد.

الرقم	مدلول الشفرة
٧٣	سقوط ندف ثلج مستمر ومتوسط وقت الرصد.
٧٤	سقوط ندف ثلج متقطع كثيف وقت الرصد.
٧٥	سقوط ندف ثلج مستمر وكثيف وقت الرصد.
٧٦	شظايا ثلجية (غبار بللوري) مع أو بدون ضباب.
٧٧	حبيبات ثلجية مع أو بدون ضباب.
٧٨	بللورات ثلجية منفصلة تشبه النجوم مع أو بدون ضباب.
٧٩	كرات ثلجية مائعة .
٨٠	رخة/ رخات مطر خفيفة.
٨١	رخة/ رخات مطر متوسطة أو غزيرة.
٨٢	رخة/ رخات مطر عنيفة
٨٣	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج خفيفة.
٨٤	رخة/ رخات مطر مختلط بالثلج متوسطة أو غزيرة.
٨٥	رخة/ رخات ثلج خفيفة.
٨٦	رخة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة.
٨٧	رخة/ رخات كرات ثلجية أو برد صغير خفيفة.
٨٨	رخـــة/ رخات كرات ثلجية متوسطة أو غزيرة أو كرات جليد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج.
٨٩	رخـــة/رخـــات برد مع أو بدون مطر أو مطر مختلط بثلج غير مرتبطة بالرعد .

الرقم	مدلول الشفرة
٩٠	رخــات برد متوسطة أو شديدة مع أ بدون مطر ومختلطة بثلج غير مرتبطة برعد.
٩١	مطر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٢	مطــر قلــيل أو غزيــر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٣	ثلج قليل أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٤	ثلــج متوســط أو مطــر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
٩٥	عاصــفة رعديــة متوســطة لا يسقط بها برد ولكنها مصحوبة بسقوط مطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٦	عاصفة رعدية متوسطة مع سقوط قليل من البرد ساعة الرصد .
٩٧	عاصــفة رعدية متوسطة لا تُسقط برداً ولكنها مصحوبة بمطر و/أو ثلج في ساعة الرصد .
٩٨	عاصفة رعدية مصحوبة بعاصفة ترابية ساعة الرصد .
٩٩	عاصفة رعدية شديدة مع سقوط برد ساعة الرصد .

خرائط الطقس العليا

Upper Weather Maps

إننا في خرائط الطقس في طبقات الجو العليا لا نحتاج كل عناصر الطقس سالفة الذكر في خرائط الطقس السطحية ، والتى تعرفنا على الشفرات الممثلة لكل منها على خرائط الطقس السطحية ،بينما لا نحتاج إلا لأربعة عناصر في خرائط الطقس العليا هى :

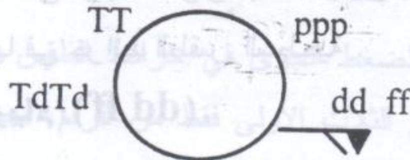
١- درجة الحرارة (TT) .

٢- نقطة الندى (TdTd) .

٣- اتجاه وسرعة الرياح (ddff) .

٤- الضغط الجوى (ppp) .

ويوضح الشكل رقم (٥٧) نموذج محطة جوية في خرائط الطقس العليا وكيفية تمثيل فيهل العناصر منها على النحو التالى :



الشكل رقم (٥٧) نموذج لمحطة جوية في خرائط الطقس العليا .

١- درجة الحرارة : (TT).

تعـامل درجـة الحرارة في خرائط ةالطقس العليا نفس المعاملة لدرجة الحرارة في خرائط الطقس السطحية ، أى أنه إذا زادت درجة الحرارة عن ٥٠ ° مئوية ، فإننا نقوم بطرح ٥٠ ° منها ويكتب الرقم الباقى بالسالب ، أما إذا قلت درجة الحرارة عن ٥٠ ° مئوية فإنها تسجل كما هى فإذا سجلت درجة الحرارة فـي المحطـة TT = ٥٦ ° ، فمعـنى ذلك أن درجة الحرارة في هذه المحطة تساوى ــ ٦ ° مئوية أما إذا سجلت درجة الحرارة TT = ٣٢ ° مئوية فمعنى ذلك أن درجة الحرارة في هذه المحطة = ٣٢ ° مئوية .

٢- نقطة الندى : (Td Td)

وتعـنى درجـة حـرارة الهواء الذى يتغير عندها بخار الماء من الحالة الغازية إلى الحالة السائلة في شكل قطرات من الماء عند سقوط المطر إذا كانت درجـة الحرارة فوق الصفر المئوى بقليل ، أو في شكل حبيبات ثلجية إذا كانت درجـة الحـرارة دون الصفر المئوى بقليل ، أى أنها النقطة التى يحدث عندها الـتكاثف ، وعـندها تسـمى درجة الحرارة بنقطة الندى ، وتعامل في خرائط الطقس العليا نفس معاملتها في خرائط الطقس السطحية .

٣- اتجاه وسرعة الرياح : (dd ff).

تـتم معاملـة اتجـاه وسرعة الرياح في خرائط الطقس العليا أيضاً نفس معاملـتها فـي خرائط الطقس السطحية ، ولكنهما يختلفان عن بعضهما في أن الـرياح فـي طبقات الجو العليا أسرع بكثير من مثيلاتها من الرياح السطحية

الممـــثلة فـــي خرائط الطقس السطحية ومن ثم إذا زادت سرعة الرياح عن ٢٥ عقدة في الساعة ، فإنه يتم تمثيلها على خرائط الطقس العليا :

الخمسين عقدة الأولى تمثل بمثلث صغير = ٥٠ عقدة .

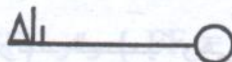
العشرة عقدة بعد الخمسين تمثل بسهم كامل = ١٠ عقدة .

وأقل من عشرة عقدة تمثل بسهم ناقص أو نصف سهم

فمثلاً لو كانت سرعة الرياح ٦٥ عقدة فإنها تمثل كما يلي في الرسم التالي :

dd ff

٢٧ ٦٥



محطة الرصد

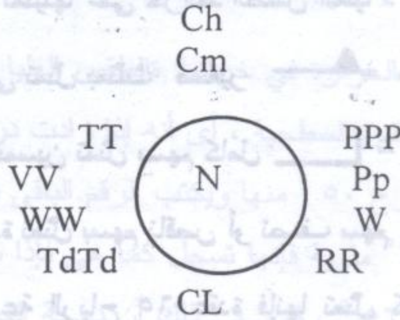
الشكل رقم (٥٨) سرعة واتجاه الرياح

٤- الضغط الجوي : (ppp)

يظهر ارتفاع الضغط الجوى في خرائط الطقس العلوى ممثلاً بالمتر، على أن تكتب الأرقام الثلاث الأولى فقط من الرقم، معنى ذلك أنه إذا سجل ارتفاع الضغط الجوى في محطة ما على أنه PPP = 558، فإن ذلك يعنى أن ارتفاع الضغط في هذه المحطة = ١,٥٥٨ متر أو ما يعادل حوالى ٨٥٠ ملليبار

نموذج لمحطة أرصاد جوية سطحية

Surface Synoptic Station



شكل رقم (٥٩)

نموذج لمحطة أرصاد جوية سطحية

الرموز المستخدمة لتوقع على محطات الرصد السطحية وهى رموز ثابتة من حيث المكان في جميع أنحاء العالم :

١- ما يحجب من السماء بالسحاب : ويرمز له بالحرف : (N)

٢- درجة الحرارة المئوية : ورمزها : (TT)

٣- درجة الرؤية : ورمزها : (VV)

٤- الطقس الحاضر : ورمزه : (WW)

٥- نقطة الندى ورمزها : (TdTd)

٦- أنواع السحب :

أ- سحب عالية : ورمزها : (Ch)

ب- سحب متوسطة ورمزها : (Cm)

جـ- سحب منخفضة ورمزها : (CL)

٧- التساقط خلال الـ ٦ ساعات السابقة ورمزها : (RR)

٨- الطقس الماضى ورمزه : (W)

٩- التغير في الضغط الجوى خلال الساعات الثلاث السابقة ورمزه: (pp)

١٠- الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر : ورمزه (PPP).

ومعنى أن هذه الأرقام ثابتة من حيث المكان أى أنها توقع في نفس الأماكن على الدائرة التى تمثل محطة الرصد في أى جزء من العالم كما في نموذج المحطة في الشكل رقم (٥٩) الذى يمثل محطة أرضية موقع عليها كل العناصر العشرة السابقة ، هذا بالإضافة إلى الرمز الذى يمثل سرعة الرياح (FF = Wind Force) وهو (FF) ورمز اتجاه الرياح (dd = Wind direction) وهو (dd) ، وهما لا يوقعان في مكان ثابت حول الدائرة الممثلة للمحطة ، وذلك لأن الرياح تختلف من حيث السرعة والاتجاه من محطة إلى أخرى ومن وقت لآخر في نفس المحطة .

وفيما يلى استعراض للعناصر العشرة السابقة وطريقة توقيعها على خرائط الطقس حول كل محطة من المحطات :

١- ما يحجب من السماء بالسحاب : (N)

سبق أن استعراضنا طرق قياس كمية السحاب سواء بالطريقة القديمة أو الطريقة الحديثة ، ويتم توقيع كمية السحب على خرائط الطقس في داخل دائرة لمحطة كما سبق توضيحه في شكل (٥٩) .

ملاحظات

٢- درجة الحرارة (م°) : Temperature

ويستخدم لتسجيل درجة الحرارة على دائرة محطة الأرصاد الحروف (TT) ، ويتم تسجيل درجة الحرارة في الهواء لأقرب درجة حرارة مئوية مثال ذلك TT = 05 ، أى أن درجة الحرارة في هذه المحطة تساوى ٥ درجات مئوية ، وإذا كانت درجات الحرارة بالسالب فإنه يضاف الرقم ٥٠ إلى الرقم الأصلى ، فإذا كانت درجة الحرارة المسجلة بـ ١٠° مئوية فإنها تكتب على النحو التالى TT = 60 ، وهى بذلك لا تعنى أنها ٦٠° مئوية ، حيث أن هذه الدرجة غير معقولة ومستحيل أن يتم تسجيلها ، وتوقع درجة الحرارة هنا على يسار الدائرة من أعلى ، كما هو واضح من الشكل رقم (٥٩) .

٣- الرؤية : Visibility

وتمثل على خرائط الطقس السطحية بالحروف (V V) على يسار المحطة في الوسط ، وهى تسجل على أساس الكود العالمى الذى تم وضعه أساساً لمقياس مدى الرؤية بالكيلو متر ، فالأرقام من ١ : ٥٠ تعطى الرؤية مباشرة في وحدات عشرية (١/١٠) بالكيلو مترات مثال ذلك إذا سجلت الرؤية في محطة ما (VV = 27) ، فمعنى ذلك أن الرؤية في هذه المحطة تساوى ٢,٧ كم . أما إذا زادت الرؤية عن ٥٠ وحتى ٨٠ كم فإنها يتم تمثيلها بالكيلو متر الصحيح لما يزيد عن ٥ كيلو متر : مثال إذا كانت الرؤية في إحدى المحطات هى ٦٢ كيلو متر مثلاً معنى ذلك أن الرؤية تكتب ١٢ كيلو متر ، أما إذا زادت الرؤية عن ٨٠ كيلو متر فإن الزيادة تمثل بالخامسة كيلو مترات وهذا مستحيل لأن الرؤية لا تزيد عن ٨٠ كيلو متر أبداً.

٤- الطقس الحاضر : **Present Weather**

يسجل الطقس الحاضر على خرائط الطقس السطحية بالحروف (WW) على يسار وسط الدائرة الممثلة للمحطة بجوار الرؤية ، وهى عبارة أرقام تمتد من (٠ ـــ ٩٩) ولكل رقم من هذه الأرقام رمز خاص تم استخدامها عند استعراض عناصر الطقس في الخرائط السطحية، ويدل كل رقم من هذه الأرقام على حالة الجو في الوقت الراهن، وقد تم استعراضها في الجداول عند استعراض عناصر الطقس في خرائط الطقس السطحية .

٥- نقطة الندى : **Dew Point**

وتسجل على خرائط الطقس السطحية بالحروف (Td Td) وتوضع في الطرف الجنوبى الغربى من الدائرة الممثلة للمحطة ، وتعامل مثل معاملة درجة الحرارة أعلاه.

٦- أنواع السحب : **Cloud Types**

تتقسم السحب إلى ثلاثة انواع رئيسية هى :

أ- سحب عالية : High cloud Types ويرمز لها بالحروف (CH) وتوقع هذه السحب في الناحية الشمالية من دائرة المحطة بالرموز التى ذكرت من قبل .

ب- سحب متوسطة : Medium Cloud Types

ويرمز لها بالحروف (Cm) وتسجل هى الأخرى في الناحية الشمالية أسفل السحب العالية ، ولها هى الأخرى عدد من الرموز سبق ذكرها .

جـ- سحب منخفضة : - Low Cloud Types

ويرمز لها بالحروف(CL) وتوقع جنوب محطة الرصد ، ويستخدم لذلك عدد من الرموز تم ذكرها من قبل .

٧ ـ التساقط خلال الست ساعات السابقة على الر صد :

Precipitation Amount in Last 6 hours :

ويستخدم فيه الكود (RR) وهوفى صورة رقمية ، حيث يتم اعطاء الرقم في صورة كسر عشرى ($\frac{1}{10}$) بوصة، أى أن الأرقام تقيس كمية المطر التى سقطت خلال الست ساعات السابقة لفترة الرصد بالبوصة ، فإذا سجلت الكمية بجانب رقم الكود على النحو التالى RR : 42. فإن معنى ذلك أن كمية المطر تساوى ٤,٢ بوصة وهكذا يتم وضع هذا الكود وكمية المطر في الجنوب الشرقى من يمين المحطة ، كما هو الحال في الشكل رقم (٥٩) .

٨- الطقس الماضى : **Past Weather**

تصدر خرائط الطقس أربع مرات يومياً خلال منتصف الليل والساعة السادسة صباحاً والساعة الثانية عشر ظهراً والساعة السادسة مساءاً بتوقيت جرينتش ، وبما أن اليوم ٢٤ ساعة فمعنى ذلك أن الفترة تعنى ٦ ساعات ، وبالتالى فإن الفترة السابقة للرصد تعنى ٦ ساعات، ويمثل الطقس الماضى بالكود (W) ، ويستخدم معه عدة رموز مختلفة تظهر مع الكود السابق على يمين المحطة، والشكل رقم (٦٠) يوضح الرموز والمدلولات الخاصة بالطقس الماضى .

الرمز	الدلالة
	السماء صافية ولم تتطور السحب في الساعة السابقة.
	تتبدد السحب أو تصبح أقل تطوراً في الساعة السابقة.
	لم تتغير حالة السماء علي العموم في الساعة السابقة.
	تكونت السحب أو تطورت عموماً في الساعة السابقة.
	دوامات غبار متطورة جداً في الساعة السابقة.
	عواصف رملية أو ترابية في مدي الرؤية أو عند المحطة في الساعة السابقة.
	ضباب في الساعة السابقة وليس في أثناء الرصد.
	عاصفة رعدية مع أو بدون تساقط في الساعة السابقة وليس في أثناء الرصد.
	مطر في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.
	ثلج متوسط أو مطر مختلط بثلج أو برد في ساعة الرصد وعاصفة رعدية في الساعة السابقة ولكن ليس في ساعة الرصد.

الشكلرقم (٦٠) شفرات الطقس الماضي

٩- التغيرات في الضغط الجوى خلال الثلاث ساعات السابقة على ساعة الرصد : **Pressure Change in Past 3 hours**

ويستخدم للدلالة على هذه التغيرات في الضغط الكود (PP) ويوضع على يمين الدائرة الممثلة للمحطة في ناحية شرق الشمال الشرقى أسفل كود الضغط عند مستوى سطح البحر ، ويمثل هذا الكود التغير في الضغط في الثلاث ساعات السابقة على فترة الرصد والضغط الحالى، ويسجل ذلك بعشر (١/١٠) ملليبار، مثال ذلك إذا كان الفرق بين الضغط الجوى الحالى والضغط الجوى السابق في الثلاث ساعات السابقة لفترة الرصد PP = 20 mb فإنه يوقع على أساس أنه 20 mb ، وقد سبق ذكر شفرات الضغط.

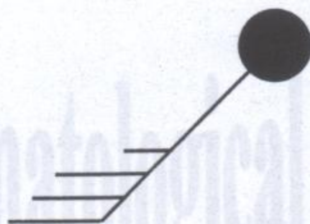
١٠- الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر: **Sea Level Pressure**

ويستخدم الكود (PPP) للدلالة على الضغط الجوى عند مستوى سطح البحر ، وعادة يسجل الضغط الجوى بذكر الأرقام الثلاث الأولى ، مثال إذا كان الضغط في المحطة يساوى ppp = 119 فإن معنى أن الضغط الجوى الحقيقى في المحطة = ١٠١١,٩ ملليبار ، وبما أنه من الناحية الفعلية فإن معدل الضغط الجوى يتراوح بين ٩٦٠ – ١٠٥٠ ملليبار. نتيجة لذلك لا يوجد أية شك في سهولة تقدير الرقم الحقيقى للضغط الجوى، فمثلاً إذا كان الضغط المسجل في محطة ما ppp = 916 فإن معنى ذلك أن الضغط في هذه المحطة ٩٩١,٦ ملليبار وليس ١٠٩١,٦ ملليبار لأنه من المستحيل تسجيل هذا الضغط الأخير، هذا من العناصر التى تسجل على دائرة محطة الرصد في أماكن ثابتة ، ويوجد

إلى جانب هذه العناصر عنصران آخران يتغير موقعهما على حسب اتجاه كل منهما وهما اتجاه وسرعة الرياح والجبهات :

١١-اتجاه وسرعة الرياح: Wind direction and wind force

يشير اتجاه الرياح إلى الجهة التى تهب منها الرياح على المحطة التى تتم فيها الرصد؛ وتسجل إلى أقرب عشر درجات ومقاسة من الشمال الحقيقى في اتجاه عقارب الساعة. أما سرعة الرياح فتقاس بالعقدة Knots (العقدة = ١,٦ ميل أو ١٨٥٠ متراً أو ١,٨ كيلو متر) وتبين سرعة الرياح بواسطة أسهم من الجهة التى تهب منها الرياح ، يمثل السهم الطويل (١٠) عقده والسهم القصير (٥) عقده ، مثال ذلك إذا سجلت محطة ما أن سرعة الرياح واتجاهها ٢٣ ٣٤ = dd ff معنى ذلك أن اتجاه الرياح في جنوب غرب المحطة بزاوية قدرها ٢٣٠ وبسرعة ٣٤ عقدة في الساعة وتوقع على المحطة فى كما الشكل التالى :



الشكل رقم (٦١)

١٢- الجبهات : Fronts

وتظهر أيضاً في خرائط الطقس السطحية مجموعة من الرموز التى تبين الجبهات المختلفة وتظهر في شكل مجموعة من الشفرات سبق ذكرها ، وتوضع هذه الشفرات على حسب نوع الجبهة التي تمثلها.

الفصل الخامس

الخرائط المناخية

The Climatological Maps

الفصل الخامس

الخرائط المناخية

The Climatological Maps

تشمل خرائط المناخ الصورة التفصيلية للأحوال في منطقة من مناطق العالم المختلفة ، وعادة ما تضم كل خريطة عنصراً مناخياً واحداً وتشمل في بعض الأحيان عنصرين مناخيين يرتبط كل منهما بالآخر مثل الضغط الجوى والرياح أو الرياح والأمطار. ولأن خرائط المناخ نوع من خرائط التوزيعات فإنها تدخل ضمن ميدان علم الجغرافيا ، والذى كثيراً ما نعرفه باسم علم التوزيعات .

وحتى لو اتخذنا لعلم الجغرافيا تعريف آخر ، فإننا نجد أن الخرائط المناخية جزء لا ينفصل عن هذا العلم ، فلو قلنا أن علم الجغرافيا هو علم دراسة ظواهر سطح الأرض، نجد أن خرائط المناخ تعطينا وصفاً تفصيلاً مهم لنواحى من هذه الظواهر لأن للمناخ تأثير كبير على تضاريس سطح الأرض .

أما إذا كانت الجغرافيا هى العلم الذى يدرس نواحى التشابه والاختلاف بين أقاليم العالم المختلفة فإن خرائط المناخ تساعد دارس هذا العلم في فهم كثير من هذه النواحى لما للمناخ من تأثير في خلق التشابه

والاختلاف على حسب تشابه الظروف المناخية أو اختلافها ، أما إذا كان الهدف النهائى للجغرافيا هو الدارسة الإقليمية من حيث تقسيم سطح الأرض إلى أقاليم متشابهة في كثير من خصائصها ، فإن كل إقليم يشتمل على بعض الخصائص الطبيعية والبشرية ، والتى لا يمكن الفصل بينها وبين المناخ وبالتالى لابد من تمثيلها على خرائط المناخ ، وحيث أن التضاريس كما سبق القول ترتبط بالمناخ، بل إن النباتات انعكاس للأحوال المناخية ، وبناءاً على الحياة النباتية تتوقف الحياة الحيوانية ، بل إن المناخ هو الذى يحدد وجود الإنسان من عدمه في إقليم ما ومدى كثافة توزيعه .

ومن أقدم الأطالس المناخية التى رسمت للعالم في العصر الحديث الأطلس المناخى الذى رسمه الكارتوجرافى الألمانى " بيرج هاوس Berghous " في عام ١٨٣٨ ، ثم الأطلس المناخى الذى رسمه دياز في عام ١٨٩٩ ، أما أفضل الأطالس المناخية في الوقت الحاضر ذلك الأطلس الذى رسمه كل من كوبن – جيجر Geiger&Koppen والذى يعرف باسم " Hand Book der Climatological Maps " والذى يتألف من خمسة أجزاء ويعتبر هو أدق الأطالس المناخية الحديثة .

ويمكن تقسيم الخرائط والرسوم المناخية إلى قسمين رئيسيين هما:

١- **الخرائط المناخية** : وهى التى تهتم بتوزيع العناصر المناخية المختلفة فوق سطح الأرض ، وعليه فإنها تعطىصورة وصفية دقيقة لحالة الجو العامة. وتتمثل هذه الخرائط في خرائط الحرارة ،

وخرائط الضغط والرياح والمطر ، وأفضل الطرق المستخدمة في تمثيل العناصر المناخية في هذه الأنواع من الخرائط هى طريقة الخطوط المتساوية مثل خرائط خطوط الحرارة المتساوية ، وخرائط الشذوذ الحرارى ، وخرائط المدى اليومى والسنوى للحرارة وخرائط خطوط الضغط المتساوى وخرائط توزيع السحب ، وخرائط خطوط المطر المتساوى وغيرها، وتسمى أحيانا بخرائط خطوط القيم المتساوية ، ويتم توزيع هذه الظاهرات والعناصر المناخية في هذه الخرائط توزيعاً مكانياً سليماً إلى حد كبير.

٢- الرسوم البيانية البحتة :

ومن أمثلتها رسوم الخطوط البيانية والأعمدة ووردات الرياح وغيرها من الرسوم التى ترسم مستقلة ولا توقع على الخرائط ، ولكنها تستخدم في تمثيل العناصر المناخية السابق ذكرها. هذا إلى جانب أن هناك استخدام آخر للرسوم البيانية ولكنها توقع على الخرائط ، وبالتالى فإنها خرائط تضم داخلها رسوم بيانية عادة تشغل هذه الرسوم حيزاً كبيراً من الخرائط وقد تكون مرسومة خارج أماكن تواجد قيمتها الفعلية .

وفيما يلى سوف نعرض لهذين القسمين بشىء من التفصيل:

أولاً : الخرائط المناخية

The Climatological Maps

وتتناول هذه الخرائط توزيع العناصر المناخية والظاهرات المرتبطة بها توزيعاً مكانياً دقيقاً إلى حد كبير وأهم عناصر المناخ هى الحرارة، وما يرتبط به من حالة الضغط الجوى، وما يرتبط به من حركة الهواء السطحى على سطح الأرض والمعروف باسم الرياح والمطر، ولكن أهمها الحرارة وبالتالى بدأ بدراسة خرائط الحرارة.

أولاً : خرائط الحرارة

ونبدأ أولاً بدراسة المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لدرجات الحرارة على النحو التالى :

ونبدأ أولاً بدراسة المتوسطات اليومية والشهرية والسنوية لدرجات الحرارة على النحو التالى :

١-المتوسط اليومى لدرجة الحرارة: Daily Mean Temperature

ويتم حساب المتوسط اليومى لدرجة الحرارة من خلال ثلاث قراءات للترمومتر أثناء اليوم ، الأولى في الساعة السابعة صباحاً والثانية بعد الظهر والثالثة في التاسعة مساءاً ويتم حساب المتوسط على أساس جمع هذه القراءات الثلاثة وقسمتها على ثلاثة ، فلو كانت درجة الحرارة الأولى ٦ ° مئوية والثانية ١٦ ° مئوية والثالثة ١١ ° مئوية فإن متوسط درجة حرارة هذا اليوم هى :

متوسط درجة الحرارة = $\frac{6+16+11+}{3} = \frac{33}{3} = 11$ درجة مئوية.

أما إذا كانت القراءة رباعية أى تتم أربع مرات في اليوم الواحد (٢٤ ساعة) أى أن الفاصل الزمنى بين كل قراءة والتى تليها تساوى ٦ ساعات، فكانت القراءة الأولى في الساعة السادسة صباحاً وبلغت ٩ ° مئوية، والثانية في الثانية عشر ظهراً وكانت ١٥ ° مئوية والثالثة في الساعة السادسة مساءاً وكانت ١٧ ° مئوية والرابعة والأخير كانت في الساعة الثانية عشر في منتصف الليل وكانت ١٢ ° مئوية ، فإن متوسط درجة الحرارة خلال اليوم تحسب على أساس أن تجمع القراءات الأربع وتقسم على ٤ كما يلى :

متوسط درجة الحرارة = 13 =

$\frac{9+15+17+12}{4} = \frac{52}{4}$ درجة مئوية.

ويمكن حساب متوسط درجة حرارة اليوم على أساس استخدام درجة الحرارة العظمى ودرجة الحرارة الصغرى وجمعهما وقسمتيهما على ٢ كما يلى :

متوسط درجة حرارة اليوم = $19 = \frac{26+12}{2} = \frac{38}{2}$ درجة مئوية.

٢–المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة:

Monthly Mean Temperature

ويتم حساب هذا المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة من خلال المتوسطات اليومية السابقة ، وذلك بجمع المتوسطات اليومية لأيام الشهر وقسمتها على عدد أيام الشهر وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{المتوسط الشهرى لشهر يناير} = \frac{\text{مجموع المتوسطات اليومية لأيام الشهر}}{\text{عدد أيام شهر يناير وعددها ٣١ يوماً}}$$

ويتم عمل ذلك مع باقى الشهور على حسب عدد أيام كل شهر على حدة.

٣- المتوسط السنوى : **Annual Mean**

ويتم حسابه من جمع متوسطات كل شهور السنة وقسمة الناتج على ١٢ عدد شهور السنة ، وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{المتوسط السنوى} = \frac{\text{مجموع المتوسطات الشهرية}}{١٢}$$

وهذه الطريقة لا تتوفر لها الدقة التامة فى حساب المتوسط السنوى، وذلك لعدم تساوى شهور السنة فى عدد أيام كل شهر منها مع الآخر فمثلا فبراير ٢٨ يوما ومارس ٣١ ، وابريل ٣٠ يوماً وهكذا ، ويعتبر المتوسط السنوى للحرارة أقل المتوسطات الحرارية أهمية فى الدراسة المناخية ، وإن كانت له أهمية خاصة فى معرفة الاتجاه العام للحرارة فى أية منطقة على المدى الطويل .وإلى جانب المتوسطات الحرارية سواء كانت يومية

أو شـــهرية أو سنوية توجد جوانب أخرى تتعلق بدرجات الحرارة اليومية والشهرية والسنوية وهى المدى نتناولها كما يلى :

١- المدى اليومى : Daily range

وهـو عـبارة عن الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها وأقل درجة حرارة تم تسجيلها كذلك، أى الفرق بين النهاية العظمى والصغرى لدرجـة الحرارة فمثلا ٢٥ °- ١١ °= ١٤ ° مجموع المتوسطات الشهرية مجموع المتوسطات الشهرية مئوية.

٢- المدى الشهرى : Monthly range

ويـتم الحصول عليه من خلال حساب الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها فى الشهر وأقل درجة حرارة سجلت فى نفس الشهر فمثلاً ١٨ °- ٦ ° = ١٢ ° مئوية .

٣- المدى السنوى : Annual range

ويمـثل الفرق بين أعلى درجة حرارة تم تسجيلها خلال السنة وأقل درجة حرارة سجلت فى نفس السنة مثلا ٣٨ ° - ٥ ° = ٣٣ ° مئوية .

وتتمثل أهم الخرائط المناخية التي تتناول الحرارة فى أربعة أنواع هى :

١-خرائط خطوط الحرارة المتساوية : **Isotherms**

٢-خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوى: **Isanomalous lines**

٣- خرائط خطوط المدى الحرارى المتساوى :

Temperature Range lines

٤-خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة :

Accumulated Temperature

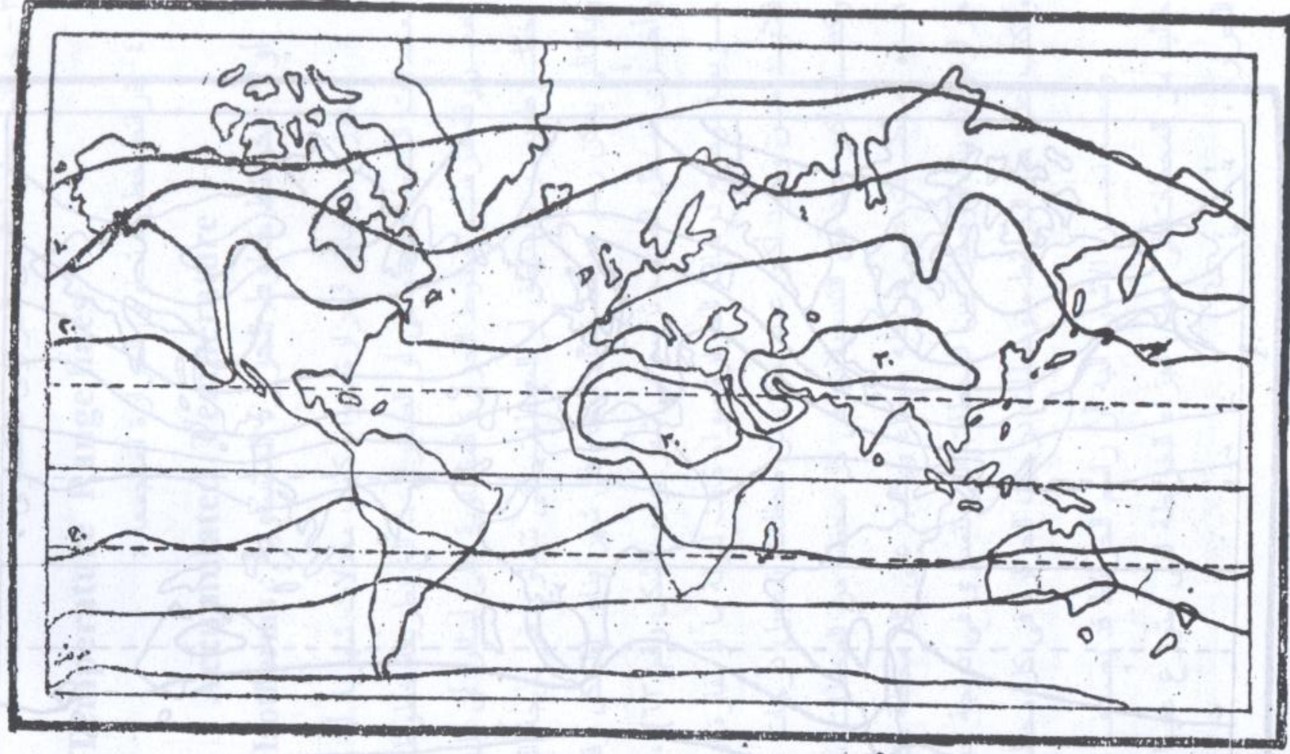
أولاً : خرائط خطوط الحرارة المتساوية : Isotherms

تـتوزع درجات الحرارة سواء كانت معدلات شهرية أو سنوية أو معـدلات الـنهاية العظمــى أو الصغرى .. الخ بطريقة خطوط التساوى المعــروفة فترســم خطوط الحرارة المتساوية على أساس أن كل خط من الخطــوط يمــر بالمناطق أو المحطات التى تتساوى فى درجة الحرارة ، وبالتالى يمكن رسم خرائط تمثل الشتاء فى شهر يناير (الشكل رقم ٦٢) ، وأخــرى تمــثل الصيف ترسم فى شهر يوليو الشكل رقم(٦٣) ، ولإنشاء خــريطة توضح درجات الحرارة سواء كانت لدولة ما أو لقارة أو للعالم ، فلابــد مــن وجود أكبر عدد ممكن من محطات تسجيل درجات الحرارة، وكذلــك أكبر عدد من التسجيلات فى كل محطة من المحطات ، ثم توقع هــذه المحطــات على خريطة صماء ويكتب على كل محطة منها درجة حرارتها ثم يتم التوصيل بين المحطات التى تتساوى فى درجة حرارتها ، وتكتب على هذه الخرائط متوسطات درجات الحرارة فى كل محطة .

وممــا تجــدر الاشارة اليه أن راسم الخرائط قد يصادف مساحات خالية من المحطات فى بعض اجزاء الخريطة التى ستوزع عليها درجات الحرارة ،



الشكل رقم(٦٢) خطوط الحرارة المتساوية في يناير



الشكل رقم(٦٣) خطوط الحرارة المتساوية في يوليو

كمـــا هـــو الحال فى بعض المساحات الجبلية فى هضاب جنوب ووسط آســيا، وجـــبال الهمالايا، أو مثل جزيرة جرينلند أو بعض مساحات من الصـــحارى الافريقـــية الكبرى. ولكن هذه الحالات ليست مشكلة إذ يمكن تركها دون مد الخطوط بها على اعتبار أنها مساحات قليلة الأهمية وخلوها تقريـــباً مـــن مظاهر النشاط البشرى، فعند انشاء خريطة درجات الحرارة لمصر يمكن مد خطوط

الحـــرارة على طول الوادى والدلتا وترك الصحروايين الشرقية والغربية وكذلك بعض مساحات من سيناء خالية بسبب نقص بيانات الرصد الخاصة بهذه المناطق .

وقد جرت العادة على تعديل درجات الحرارة إلى درجات إفتراضية معدلة إلى مستوى سطح البحر ، فتزاد درجات حرارة المحطات التى تقع على مناسيب مرتفعة عن سطح البحر بمعدل درجة مئوية لكل ١٥٠ متر، إلا أن ذلك يجعل خرائط الحرارة ذات فائدة قليلة فى النواحى التطبيقية إلا أن هـــناك بعـــض الخرائط الخاصة بالحرارة ترسم فيها خطوط الحرارة المتساوية الفعلية والتى لا تعدل بالنسبة لسطح البحر ، وهذه الخرائط عادة مـــا تكـــون ذات طابع اقليمى أو محلى ويقوم باعدادها باحثين أو هيئات علمية ، والتى تعنى بدراسة منطقة ما دراسة مناخية دقيقة ، وهذه الخرائط بالنسبة للعالم أو القارات أمر صعب إلى حد كبير للاختلافات الكبيرة التى يسببها التباين والتضاريس من جزء لآخر فى العالم بل وفى منطقة واحدة صغيرة ذات فوارق تضاريس كبيرة .

وفـــى أثــناء رسم خرائط الحرارة المتساوية لابد من مراعاة عدة عوامــل مــنها أثــر التضاريس أو مظاهر السطح ووجود أودية الأنهار ووجــود المــدن الكبرى إلى جانب وجود المسطحات المائية وما بها من تيارات مائية وهذه العوامل فى تعديل درجات الحرارة على النحو التالى :

١- مظاهر السطح (التضاريس) :

مــن المعــروف أن درجات الحرارة تنخفض بالارتفاع، ولذلك لا يصح اطلاقاً أن يتقاطع خط حرارة مع خط كنتور، وفى بعض الأحيان لا توجــد محطــات جوية على بعض المرتفعات حتى يمكن الاهتداء بها فى رســم خطــوط الحــرارة ، إذ نجد أن معظم محطات الرصد فى الأودية والسهول بينما تكاد تخلو الجبال من المحطات.

وفـــى هذه الحالة يمكن استخدام درجات الحرارة التى يحصل عليها من أجهزة قياس درجات الحرارة فى طبقات الجو العليا مثل الراديو سوند Radiosonde ، أمــا إذا لــم توجــد مثل هذه الأرصاد فيمكن استنتاج درجــات الحــرارة للارتفاعات المختلفة باتباع خطوط الكنتور واستخدام معدل تناقص الحرارة بالارتفاع الخاص بالمنطقة.

٢- وجود أودية الأنهار :

إذا افترضنا أن هناك أودية نهرية لا توجد بها محطات وكانت تلك الأودية ضيقة وتكتنفها جبال أو تلال فإننا نلاحظ أن هذه الأودية (خاصة فــى فصــل الشــتاء تكون مجمعات الهواء البارد الذى ينزلق إليها من

المرتفعات المجاورة لذلك تكون درجة حرارتها فى الشتاء أقل من الأجزاء المجــاورة لهــا مباشــرة قبل أن يزداد الارتفاع بدرجة كبيرة تؤدى إلى انخفــاض درجــات الحرارة بشكل واضح. أما فى فصل الصيف فإن هذه الأوديــة تكون حرارتها مرتفعة نسبياً بسبب انخفاضها وبسبب عدم حركة الهــواء فيها. وعلى كل حال لابد أن تسير خطوط الحرارة المتساوية مع اتجاه الوادى من الجانبين وتفصل بينه وبين الأجزاء المجاورة التى تختلف حرارتها عنها.

٣- وجود المدن الكبرى :

يــؤدى استخدام أرصاد الحرارة فى رسم خرائط الحرارة المتساوية إلى الوقوع فى أخطاء واضحة على اساس اقليمى إذ جرت العادة أن تُنشأ محطات الأرصاد الجوية فى قلب المدن ، ومع نمو المدن وارتفاع المبانى فيها تصبح الأرصاد الجوية تعبيراً عن حالة الحرارة فى داخل المدينة فقط ولــيس فــى الاقليم كله، والسبب فى هذا أن ظروف المدينة الكبيرة تؤثر على درجات الحرارة سواء فى فصل الصيف أو فى الشتاء.

ففى الصيف تصبح درجات الحرارة أعلى من المعدل، وذلك بسبب الاشــعاع الحــرارى الــذى تعكسه المبانى على أجهزة الرصد فتزيد من درجــات الحرارة التى تسجلها تلك الأجهزة. هذا بالاضافة إلى أن وجود المــبانى العالية تعوق حركة الهواء مما يؤدى إلى رفع درجات الحرارة. أمــا فــى فصل الشتاء فان التدفئة الصناعية التى يستخدمها سكان المدينة تــؤدى أيضــاً إلى رفع درجات الحرارة التى تسجلها أجهزة الرصد رفعاً

صناعياً، ولذلك تبدو درجة الحرارة فى المدينة أعلى من المعدل الحقيقى طول السنة .

فاذا رسمت خرائط حرارة للمنطقة التى تقع بها المدن الكبرى تكون الصورة غير واقعية، لذلك يجب مراعاة هذه الناحية عن طريق تخفيف تأثير درجات الحرارة فى تلك المدن على تعرجات خطوط الحرارة المتساوية أو بالاستغناء عن أرصاد تلك المدن إذا وجدت محطات جوية أخرى قريبة منها. وقد تنبهت معظم دول العالم لهذه الناحية فقامت بنقل محطات الأرصاد إلى المطارات بدلاً من وسط المدينة حيث توجد المطارات فى أطراف المدن .

٤- وجود المسطحات المائية :

وتتمثل فى البحار والمحيطات والبحيرات ، فمن المعروف أن المسطحات المائية لها أثر فى التقليل من حرارة الصيف ومن برودة الشتاء أما الأنهار كمسطحات مائية فليس لها تأثير يذكر على درجات الحرارة إلا إذا كان اتساعها كبيراً جداً ، أو على هيئة ثنيات متعددة ، ويحدث أحياناً أن يوجد سطح مائى ولا توجد محطات رصد قريبة منه، فعند رسم خرائط الحرارة لمثل هذه الجهات يتم الأخذ فى الحسبان تغير درجة الحرارة بالاقتراب من المسطح المائى.

وخطوط الحرارة ترسم موازية للساحل وليست متعامدة عليه، ويزداد أثر المسطحات المائية على درجات الحرارة إذا كانت الرياح تهب من اليابس فى اتجاه المسطحات المائية فان أثر الأخير يكون طفيفاً أو

معدوماً. هذا إلى جانب تأثير التيارات البحرية، والتى يظهر أثرها بوضوح جدا عند السواحل الغربية لجنوب افريقيا وأمريكا الجنوبية، حيث نجد أن خط الحرارة المتساوى ٢٠ ° مئوية فى شهر يناير ويوليو يغير اتجاهه فجأة وينحرف نحو الشمال بسبب تيار بناجويلا البارد فى جنوب غرب افريقيا وتيار همبولت البارد فى جنوب غرب أمريكا الجنوبية.

وكذلك فى النصف الشمالى من المحيط الأطلنطى ، تنحرف خطوط الحرارة المتساوية نحو الشمال، فى القسم الشرقى من المحيط بتأثير تيار الخليج الدافىء شمال خط عرض ٤٠ ° شمالاً ثم ينحرف نحو الجنوب عند سواحلها الغربية بتأثير تيار ليبرادور البارد ، وبسبب تيار كاليفورنيا البارد على الساحل الغربى لأمريكا الشمالية تنحرف خطوط الحرارة بصورة واضحة نحو الجنوب .

ثانياً: خرائط خطوط الشذوذ الحرارى المتساوى: Isanomalous lines

وهو توزيع آخر من التوزيعات الحرارية وذلك برسم خطوط حرارية تمر بالمحطات التى تتساوى فى مقدار اختلافها فى درجة الحرارة عند دائرة العرض التى تقع عليها، وبالرغم من أن استعمال هذه الخطوط يكاد يقتصر على توضيح الشذوذ فى المعدلات الشهرية، إلا أنه يمكن استعمالها على نطاق أوسع فى بقية التوزيعات الحرارية ويحسب متوسط حرارة دائرة العرض بحساب متوسط حرارة عدد من المحطات الواقعة عليه على أن تكون هذه المحطات منتشرة على طوله، وكلما كان عددها أكبر كلما كان المتوسط الناتج أكثر دقة .

وتعدل هذه الدرجات قبل حساب المتوسط إلى متوسط سطح البحر. وبعد ذلك نقارن درجة حرارة المحطات والواقعة على هذه الدائرة العرضية بالمتوسط الناتج لهما وبذلك تنتج عندنا أرقام جديدة للمحطات المختلفة، وقد تكون هذه الأرقام بالموجب أو السالب. وبعد ذلك توقع هذه الأرقام فى أماكن المحطات المختلفة على دوائر العرض المختلفة، ويتم التوصيل بين الأرقام المتساوية منها فتنتج لنا خطوط للشذوذ الحرارى الموجب Thermopleinos وخطوط أخرى تمر بنقط الشذوذ الحرارى السالب Thermomeions، وعادة ما تمثل الخطوط الأولى باللون الأحمر والخطوط الثانية باللون الأزرق.

ولما كانت هذه الخرائط توضح مناطق الشذوذ فى درجات الحرارة فى منطقة ما عن المتوسط الحرارى العام للمناطق التى تشاركها فى الموقع بالنسبة لدائرة العرض، فإنها تبرز الاختلافات المناخية الاقليمية أوضح مما تبرزه خطوط الحرارة المتساوية العادية، كما أنها تشير إلى مدى تأثر جهات العالم المختلفة بالعوامل المؤثرة فى الحرارة باستثناء عامل الارتفاع عن سطح البحر بشكل أكثر دقة منها بالنسبة لخطوط الحرارة المتساوية، ولكن ليس معنى هذا أنه يمكن الاستغناء بهذه عن تلك، فخطوط الحرارة المتساوية العادية أبسط فى انشائها، كما أنها مصدر الحكم المباشر على حرارة الأجزاء المختلفة من سطح الأرض.

ومن خلال مجموعة من خرائطها يمكن معرفة بيانات تتعلق بالحرارة لا تتوافر معرفتها بخرائط الشذوذ مثل المدى الحرارى العام

لمـــنطقة مـــا أو لقـــارة مـــا ، هذا إلى جانب المقارنات المباشرة لدرجات الحرارة بين اقليم وآخر أو قارة وأخرى .

ثالثاً: خرائط خطوط المدى الحرارى المتساوى:

Temperature Range

كثيراً ما تستعمل خطوط التساوى فى توزيع المدى الحرارى، وهناك خطـــوط المدى الحرارى اليومى وخطوط المدى الحرارى السنوى، وهما أشــــهر أنــــواع المدى الحرارى ، والمدى الحرارى عموماً هو الفرق بين معدلـــى أعلى درجة حرارة وأقل درجة حرارة، فالمدى الحرارى اليومى Daily Range هو الفرق بين معدل النهايتين العظمى والصغرى اليومية. والمـــدى السنوى Annual Range هو الفرق بين أكبر معدل وأقل معدل شـــهرى، وفضلاً عن هذا المدى وهو مدى المعدلات هناك خطوط المدى المطلـــق أو المدى الأقصى. فمثلاً المدى الأقصى هو أكبر فرق تم تسجيله بين درجتى الحرارة العظمى والصغرى فى يوم واحد .

كما يوجد المدى الشهرى والمدى السنوى المطلق أو المدى الأقصى الـــذى ســـجل فى شهر ما أو سنة ما ، وقد ترسم خرائط خطوط التساوى للمـــدى الحـــرارى من واقع أرقام المعدلات الصحيحة، كما يمكن رسمها بأرقام المدى الفعلية دون تعديل وبخاصة فى حالة الخرائط الاقليمية .

رابعاً: خرائط خطوط تساوى الحرارة المتجمعة

Accumulated Temperature:

ويقصد بالحرارة المتجمعة ما يزيد على درجة حرارة معينة، عادة هى الدرجة الحدية لإزدهار الغطاء النباتى وهى حوالى ٥° مئوية أو ٤٢° فهرنهيت أو الدرجة الحدية لنمو أنواع نباتية معينة وقد تحسب الحرارة المتجمعة كمعدلات شهرية أو سنوية أو تحسب لشهر بعينه أو سنة بعينها كما قد تحسب لفصل معين من فصول السنة.

وتحسب الدرجات على أساس ما يتجمع فى اليوم الواحد .. فمثلا لو أن شهر يناير معدل حرارته فى محطة ما ٩° مئوية، وبفرض أن درجة الحرارة الحدية هى ٥° مئوية فتكون درجة الحرارة الزائدة هى ٤° مئوية، وليس معنى ذلك أن شهر يناير يساهم بهذا القدر فقط بل يساهم بـ ٤ × ٣١ يوم = ١٢٤° مئوية وهي درجة تجميع كل أيام الشهر.

ولهذا فان الأرقام الخاصة بالحرارة المتجمعة عادة ما تكون كبيرة ولحسن الحظ أن المناطق الحارة والمعتدلة لا يرسم لها مثل هذا النوع من الخرائط، على اعتبار أن حساب الحرارة المتجمعة لهذه المناطق غير ذى أهمية كبيرة فهى بعيدة من الناحية الحرارية عن كونها حدية بسبب البرودة، وان كانت هذه المناطق تعتبر حدية بصفة عكسية، بحيث لا يمكن لنباتات معينة أن تنمو فيها بسبب ارتفاع الحرارة العامة والمتجمعة على وجه الخصوص .

وترسـم خـرائط خطـوط تساوى الحرارة المتجمعة بنفس الطريقة المعـروفة، وقد تظلل نطاقات ما بين الخطوط زيادة فى التوضيح على أن يرسم فى دليل الخريطة نموذج منها والفئات التى تمثلها، ويراعى توضيح مـا إذا كانت هذه الحرارة المتجمعة هى نتاج تجميع يوم ما أو شهرما أو لفصل ما أو لعام ما ، أو أنها معدل التجميع اليومى أو الشهرى .

وتفـيد خـرائط المـدى الحرارى والحرارة المتجمعة فى دراسات جغرافية عديدة ، فمناطق المدى الحرارى الكبيرة عادة تلفت نظر الجغرافى إلـى مـناطق التفكك الميكانيكى للصخور، كما أنهما معا يلفتان نظره إلى المناطق الحدية بالنسبة لبعض أصناف الغطاء النباتى، وما يناسب المنطقة مـن زراعات معينة ويلفتان نظر المخطط العمرانى إلى بعض الأمور فى النواحى السكنية والصناعية .

ثانياً : خرائط الضغط الجوى

ـ خطوط الضغط المتساوى: Isobars

فـى الواقع فإن الضغط الجوى عنصر من عناصر المناخ لا يلقى اهـتماماً كبـيراً فـى الدراسـات الجغرافية كغيره من العناصر المناخية الأخرى، ولعل هذا يرجع فى المقام الأول إلى أن يكاد يكون أقل العناصر المناخـية فـى التأثير بصفة مباشرة على الحياة النباتية وفى تشكيل سطح الأرض ...الـخ. كمـا أنه العنصر الوحيد الذى لا تكاد تحس به الكائنات الحـية ، ومـع هذا فلو لم يحدث اختلافات فى ضغط الهواء على سطح الأرض لمـا نشأت الرياح، ولما ظهرت باقى العناصر المناخية الأخرى

وبالـــتالى فان دراسة أحوال الضغط تلقى ضوءاً كبيراً على باقى العناصر المناخية خاصة على اتجاهات الرياح وسرعتها وباقى خصائصها .

وانشـــاء خـــرائط الضغط الجوى بطريقة الخطوط المتساوية على أســاس المعــدلات لا يعتبر ذو أهمية كبيرة، وتقل أهمية المعدلات بصفة خاصـــة فـــى الدراســـات الاقليمية الضيقة إذا قورنت بالدراسات الخاصة بالقارات أو العالم عموماً ، وعلى ذلك فان رسم خرائط لحالات معينة من الضـــغط من واقع التسجيلات الفعلية فى الأحوال الجوية المختلفة قد تكون أكثر مساهمة فى اعطاء فكرة أدق عن طبيعة حالات الضغط التى تتعرض لها منطقة ما .

وترســم خطــوط الضغط المتساوية بنفس الطريقة التى ترسم بها الخطــوط المتســاوية فبالنسبة لإنشاء خريطة من واقع جدول للتسجيلات الفعلية (المباشرة) ، نأتى بخريطة موقع عليها المحطات المختلفة ونكتب علـــى كـــل محطـــة درجة الضغط الجوى ، ولكن جرت العادة فى أغلب الأحوال عند رسم خرائط الضغط الجوى خاصة خرائط المعدلات الشهرية أو السنوية للقارات أو للعالم على تعديل درجات هذه المعدلات على النحو التالى :

١- يصـــحح المعـــدل إلى ما يمكن أن يكون عليه عند سطح البحر، وذلك باضافة ١ ملليبار إلى رقم الضغط المسجل لكل ١٠ أمتار فوق سطح البحر .

٢- يجــرى تعديل طفيف آخر تبعا للموقع الفلكى للمحطة، فإذا كانت واقعة عند خط الاستواء يطرح من معدلها ٣ ملليبار، ثم يتدرج هذا الرقم فى القلة إلى أن يبقى المعدل كما هو دون تعديل عند دائرتى عرض (٤٥ ° شـمالاً وجنوباً)، ثم يضاف إلى المعدلات من ١ : ٣ ملليبار فيما وراء هاتين الدائرتين وحتى القطبين .

٣- يُجــرى تعديل على المعدلات بحيث تصبح كما لو كانت درجة حرارة كل المحطات عند الصفر المئوى ، ويرجع هذا إلى محاولة تلاشى أى خطأ فى القياس ينتج عن تمدد حجم البارومتر بازدياد الحرارة فيطرح مــن كــل رقــم ١ ملليبار لكل ٦ ° مئوية ، وعادة ما ترسم مع خطوط الضــغط المتساوى أسهم توضح اتجاه الرياح وسوف نشير إلى ذلك فيما بعــد ، ذلك لأن الرياح واتجاهاتها مرتبطة دائماً بمناطق الضغط المرتفع والمنخفض .

ثالثاً: خرائط المطر: وتنقسم هذه الخرائط إلى أربعة أنواع هى :

١- خرائط كميات المطر الساقطة ومعدلاتها :

تعتــبر معــدلات المطر الشهرية والسنوية أكثر شيوعاً وأهمية فى الدراســات المناخــية ، وذلــك لأنها أهم فى هذه الدراسات من الكميات الساقطة فى أيام معينة أو شهور من عام ما ، ويحسب معدل المطر الساقط فى شهر ما بطريقة تختلف عن الطريقة التى تحسب بها معدلات الحرارة أو الضغط والرياح .

ولا يجـــرى على معدلات المطر تعديلات سواء بالنسبة للارتفاع أو الانخفاض عن سطح البحر أو دائرة العرض ، فصحيح أن الأمطار تتزايد بالارتفـــاع عـــن ســـطح البحر ، ولكن ليس قاعدة منتظمة ففى الصحارى الحارة مثلاً لا ترتبط كمية الأمطار الساقطة بالتضاريس بصفة منتظمة ، هـــذا فضلاً عن المنطقة الجبلية الواحدة تختلف فيها الأمطار الساقطة من قمـــة جبلية إلى أخرى رغم تساويهما فى الارتفاع، كما تختلف من جانب لآخر فى المنطقة لأسباب عديدة وهكذا .

ولرســـم خـــريطة لخطوط المطر المتساوى لا يتطلب الأمر سوى توقـــيع الأرقام (معدلات أو غيره) فى خريطة مناسبة كل فى مكانه ، ثم يـــتم التوصيل بين الأرقام التى تتساوى فى معدلاتها بالطريقة المعروفة ، وتظـــل المناطق بين الخطوط المتساوية أو تلون بعكس الحال فى خرائط الحـــرارة والضغط التي غالباً ما تترك دون تظليل أو تلوين . وقد تتفاوت المعدلات من محطة لأخرى تفاوتاً كبيراً رغم وجودها على مسافات قريبة كمـــا هو الحال فى المناطق ذات الفوارق التضاريسية الكبيرة ، ومن ثم فإنـــه فـــى مثل هذه الحالات يصعب رسم خرائط المطر بالطريقة السابق ذكرها وانما يستعان بطرق بيانية أخرى مثل الأعمدة البيانية – كما سنشير اليه فيما بعد .

٢- خرائط الأيزومير: Isomers

يقصـــد بها الخرائط التى يرسم فيها خطوط متساوية تمر بالمحطات التى تتساوى فى النسبة المئوية لمعدل ما يسقط من المطر فى شهر معين،

منســوبة إلى معدل ما يسقط فى العام كله، فمثلا لو أردنا حساب الأرقام الــتى نرسم بمقتضاها هذه الخطوط بالنسبة لشهر معين فاننا نجرى الآتى بالنسبة لكل محطة :

معدل المطر فى شهر ما (ديسمبر ٤٠ مم)
____
المعدل السنوى (١٢٠ مم)

وبهذا يكون لدينا مجموعة من النسب المئوية كل منها يختص بمحطة مــن المحطــات الموجــودة على الخريطة ، ومن ثم يمكن انشاء خريطة الأيزومــير لهــذا الشهر ، وبنفس الطريقة يمكن رسم خرائط لكل شهور الســنة ، وتوضح الخرائط نقطتين رئيسيتين تبعاً لمقياس رسم الخريطة ، فتعطينا هذه الخرائط للوهلة الأولى فكرة عما إذا كانت شهور فصل الشتاء هــى الشــهور المطيرة أوهى شهور الفصل الحار ، وما إذا كان المطر يشــكل قمــة واحدة أو له قمتين أم أنه موزع على طول السنة بانتظام ، وتتضـــح هذه الأمور بصفة خاصة فى حالة الخرائط الكبيرة المقياس التى ترسم لمنطقة صغيرة .

وإذا كانــت هــذه الخــرائط صغيرة المقياس وتغطى مساحة كبيرة كجــزء كبير من قارة فإنها توضح بصفة اساسية الاختلافات الاقليمية فى أجزاء الخريطة ، إذ كثيراً ما توجد اختلافات واضحة من جزء لآخر فى نسبة ما يساهم به كل شهر من شهور السنة فى معدل المطر السنوى .

ويمكن استخدام خطوط الأيزومير فى توضيح جوانب مناخية مماثلة أخــرى ، كأن تستخدم فى توضيح نسبة ما يساهم به كل شهر من شهور

السنة فى معدل الحرارة المتجمعة ، وفيما يساهم به كل شهر فى معدل الصقيع إلى غير ذلك مما له أهمية خاصة فى ابراز الاختلافات الاقليمية ، وفى أمور التخطيط الزراعى بوجه خاص ومع ذلك فيكاد يقتصر استخدام هذه الخطوط على ما سبق ذكره بالنسبة للمطر .

× ١٠٠ = ٣٠٪

٣- خرائط معامل المطر :

معامل المطر لشهر ما هو النسبة العادية لما يسقط فى هذا الشهر إلى ما يسقط فى الشهر الواحد من السنة، لو أن المطر موزع بالتساوى على شهور السنة ، وبعبارة أخرى لو أن معدل سقوط المطر فى شهر مارس مثلاً بمحطة ما يبلغ حوالى ٣٠ مم ، ومعدل ما سقط فى السنة فى هذه المحطة ٣٦٠مم فيكون معامل مطر شهر مارس يساوى (١) وذلك من خلال المعادلة التالية :

$$\text{معامل مطر هذا الشهر} = \frac{\text{كمية المطر الفعلية فى هذا الشهر}}{\text{المعدل الافتراضى للشهر}} = \frac{٣٠}{٣٠} = ١$$

ولرسم خريطة لمعامل المطر فى أحد الشهور نحسب هذا المعامل لكل المحطات الموجودة فى الخريطة فى هذا الشهر ، ثم نقوم بانشاء خطوط التساوى ، ومما يجدر ذكره أن هذه الطريقة لا تختلف كثيراً عما توضحه خطوط الأيزومير السابق الاشارة اليها ، والتى تمثل نصيب كل شهر من المطر الساقط سنوياً محسوباً بالنسبة المئوية ، وتوضح هذه الخطوط معدل المطر الساقط فعلياً فى شهر ما ، بينما توضح خرائط

معامل المطر (معدل المطر) الساقط فعلياً فى شهر ما منسوبة إلى ما يسقط نظرياً فى شهر واحد من السنة ، فتكون ارقام الخطوط مثلاً ٠,٤ ، ٠,٦ ، ٠,٨، ١,٠، ١,٢ إلـــى آخـــره ، وان كان هذا ليس معناه عدم امكان رسم خطوط تساوى معامل المطر بنسب مئوية، إذ من الممكن تحويل أى نسبة عالية إلى نسب مئوية فالأرقام السابقة ممكن أن تحول إلى ٤٠٪ــ ٦٠٪ ــ ٨٠ ٪ ــ ١٠٠٪ ــ ١٢٠٪ .... إلخ.

٤- خرائط تذبذب المطر :

تخـــتلف العناصـــر المناخية فى قياساتها الفعلية عن المعدلات فمن المعـــروف أن المعدل العام للحرارة أو المطر أو الرياح إلى آخره بالنسبة لشـــهر معيـــن فى محطة ما لا يعنى أنه يتساوى تماماً مع هذا المعدل فى المحطـــة ذاتها وفى هذا الشهر من كل سنة على حدة ، فبالرغم من وجود فصـــول مناخية فى العالم متفق عليها وعلى الخصائص العامة لكل فصل بـــل والخصائص المناخية لكل شهر من شهور السنة ، ويمكننا أن نميزها ونتنبأ بها خاصة فى مصر.

ولكـــن قـــد يأتى عام تسجل فيه درجات حرارة فى يوليو أقل مما يسجل فى يونيو مثلاً أو تسقط أمطار غزيرة قد تزيد عما يسقط فى شهر أو أكثر من الشهور المطيرة . وهذا التذبذب فى المناخ له أهمية كبيرة فى الدراســـات المناخـــية ، وفـــى أمـــور التخطيط الزراعى وصيانة التربة والمـــرافق إلى آخره ، وقد لا نكون مبالغين إذا قلنا أن العالم العربى من أوضح جهات العالم تذبذباً فى المناخ خاصة فى المطر والرياح ، ويظهر

التذبذب واضحاً فى بعض أطراف المنطقة فى عنصر الحرارة ، ولحساب مقدار أو نسبة التذبذب يتم ذلك على النحو التالى :

١- يحسب أولاً معدل المطر بقسمة مجموع كمية المطر على عدد السنوات .

٢- يحسب اختلاف كل سنة عن المعدل وهو الفرق بين المعدل وكمية المطر فى السنة .

٣-نأتى بمتوسط الاختلاف بقسمة مجموعه بصرف النظر عن الاشارة إلى عدد السنوات .

٤- ثم يتم حساب النسب المئوية للتذبذب وهى متوسط الاختلاف مقسومة على المعدل مضروبة × ١٠٠ .

مثال :

السنوات	كمية المطر	المعدل	الاختلافات
١٩٩٠	١٢٠	١٠٠	٢٠
١٩٩١	٨٠	١٠٠	٢٠
١٩٩٢	١٥٠	١٠٠	٥٠
١٩٩٣	١٠٠	١٠٠	ـ
١٩٩٤	٥٠	١٠٠	٥٠
	٥٠٠		١٤٠

∴ معدل المطر = $\frac{٥٠٠}{٥}$ = ١٠٠ ملليمتر

$$\text{ومعدل الاختلاف} = \frac{١٤٠}{٥} = ٢٨$$

$$\text{نسبة التذبذب} = \frac{٢٨ \times ١٠٠}{١٠٠} = ٢٨\ \%$$

ثـــم نبدأ برسم خطوط تساوى تمر بالمحطات التى تتساوى فى نسبة تذبذبهـــا ، وإذا كـــان عدد السنوات كبيرة (٣٥ سنة) تسمى هذه الخطوط بخطوط التذبذب الدائمة .

رابعاً: خرائط الرياح

تُمـــثل اتجاهـــات الرياح فى خرائط العالم وخرائط الأقاليم الكبرى بأسهم صغيرة ، وقد جرت العادة فى تسمية الرياح تبعاً للجهة القادمة منها وليس المتجهة اليها، وعادة ما تكون خرائط الضغط الجوى مزودة بالأسهم لبـــيان اتجاهـــات الرياح الأفقية فى شهر ما أو فصل ما أو طول السنة ، وهذا هو الحال مثلاً فى خريطة الدورة الهوائية العامة واتجاهات الرياح ما بيـــن نطاقات الضغط المرتفع ونطاقات الضغط المنخفض المحيطة بالكرة الأرضـــية ، كما ترسم خرائط لتوضيح اتجاهات الرياح فقط فى قارة مثلاً أو اقليم معين بصفة مستقلة ، لابراز أثر التضاريس فى اتجاهات الرياح ، أو لإبـــراز الاختلافات بين الرياح القادمة من كل اتجاه أو لمجرد توضيح الرياح التى تهب على المناطق المختلفة لهذه القارة أو ذلك الاقليم .

وترسم الاسم الخاصة بحالات الرياح دون الاعتماد على قياسات أو ســـجلات خاصـــة بهـــا فى حالة الخرائط العامة أو العالمية بل نرسم هذه

الاتجاهات اعتماداً على الخبرة فى مد الأسهم من مناطق الضغط المرتفع إلـــى مـــناطق الضغط المنخفض ، كما توضحها خطوط تساوى الضغط الجوى بناء على قياسات خاصة باتجاهات الرياح فقط .

ولكـــن فـــى حالـــة توافر قياسات دقيقة ووجود حاجة لرسم خرائط توضح نسبة هبوب الرياح وسرعتها فى فترة ما توضيحا كمياً دقيقاً فترسم الأسهم بصورة تتبع مقاييس رسم مختلفة لتوضيح جانب من هذين الجانبين أو كلاهما معا، وذلك برسم خطوط مفصلة أو متقطعة أو منقطة أو تختلف فـــى سمكها لبيان نسبة هبوب الرياح، وقد ترسم على جانبها خطوط مائلة لبيان سرعتها ، وفيما يلى بعض النماذج المختلفة لتوضيح ذلك .

سرعة الرياح	نسبة هبوب الرياح		
(عقدة)	أقل من ٥٠ ٪	من ٥٠-٧٥٪	أكثر من ٧٥٪
١ – ٣			
٤ – ٧			
أكثر من ٧			

الشكل (رقم ٦٤) نسبة هبوب الرياح وسرعتها

فضلا عما سبق ذكره من اشكال الأسهم العامة والأسهم النسبية التى تـــتعلق ببـــيانات الرياح السطحية هناك أسهم أطول بكثير من تلك الأسهم

تمـــثل مـــا يعرف بخطوط الانسياب Stream Lines a Fair وهى تمثل الــرياح العلوية، فنحن نعرف أن التضاريس تؤثر على اتجاهات الرياح، وبالـــتالى قد تتغير اتجاهاتها بتغيرات محلية لا تتمشى مع الخطوط العامة لانســياب الـــرياح، ومن أوضح استعمالات الأسهم الطويلة استخدامها فى توضـــيح الـــرياح الموســمية ، ويمكن التمييز أو التنويع فى شكل السهم الخاص لكل مجموعة من مجموعات التيارات الهوائية ، بحيث تظهر كل من هذه المجموعات بلون أو شكل مميز، كذلك تستخدم فى بيان الاتجاهات العامة لمسارات الأعاصير أو أضداد الأعاصير.

خامساً: خرائط التوزيعات المتعددة:

فى بعض الأحيان يضطر الباحث إلى رسم خريطة موضح بها أكثر مـــن عنصر مناخى ، فالمعروف أن التأثير متبادل بين كثير من عناصر المـــناخ وظاهراته ، ومن ثم تدعو الحاجة أحياناً إلى ابراز بعض مظاهر هـــذا الارتباط، كما هو الحال مثلاً بالنسبة لارتباط الرياح بالضغط الجوى وتأثر الأمطار بالرياح سواء من حيث اتجاهاتها أو مصدرها ، كما قد يلزم أحياناً مقارنة عنصر أو ظاهرة مناخية بظروف أخرى غير مناخية ، ففى الامكـــان رسم خريطة لخطوط المطر المتساوية على خريطة تضاريسية عامة ، أو رسم خريطة توضح العلاقة بين كمية المطر والغطاء النباتى.

وفـــى بعـــض الدراســـات المناخية أو المناخية النباتية أو المناخية الفيزغرافـــية، فقـــد يحتاج الأمر لرسم خريطة تضم أكبر قدر ممكن من الجوانب المناخية والنباتية والتضاريسية لابراز العلاقات بين هذه الجوانب

، ولكــن لــيس من السهل تحقيق هذا الغرض كارتوجرافياً، فمثلاً بالنسبة لخرائط الكتب والدراسات العامة ليس من السهل تمثيل أكثر من عنصرين أو ثلاثــة علــى الأكثر بسبب صغر مساحة الورق من ناحية ، واستعمال اللــون الأسود فقط من ناحية أخرى ، وفى بعض اطالس الخرائط العالمية توجد كثير من الخرائط المناخية التى تضم ثلاثة عناصر مناخية أو أكثر ، ويساعد على ذلك كبر حجم الأطلس من ناحية واستعمال الألوان من ناحية أخرى.

أمــا فى الدراسات المناخية الأكبر تفصيلاً ليس من السهل ولا من المســتحب رسم خريطة تضم عدداً كبيراً من العناصر المناخية ، ويرجع هذا إلى ان الدراسة التفصيلية تهتم بتفصيلات كثيرة بالنسبة لكل عنصر ، أو بالتفصــيلات الاقليمــية الدقيقة مما يجعل رسم عدد كبير من العناصر بتفصــيلاتها المختلفة أمراً أكثر صعوبة ، ويزداد الأمر صعوبة فى حالة ربــط عنصــر مناخى أو أكثر بعنصر آخر من عناصر البيئة الطبيعية كالغطاء النباتى مثلاً في هذه الدراسات التفصيلية .

وعند رسم خريطة تضم عدداً من العناصر المناخية مجتمعة ، يجب أن تــتوافر فــى الخــريطة حــتى تكــون واضــحة وسليمة من الناحية الكارتوجرافية الشروط التالية :

أ – أن لا تكــون العناصــر الموزعــة كبــيرة العدد بحيث تتعقد الخــريطة ويصعب استخراج البيانات الموزعة وخاصة عند رسم خرائط صغيرة المقياس وبدون استعمال الألوان المختلفة فى رسمها .

ب – أن تُتبع طرق كارتوجرافية سليمة لتمثيل كل من العناصر الموزعة ، فمثلاً فى حالة جمع ثلاثة عناصر فى خريطة واحدة كالضغط الجوى والرياح والأمطار، يمكن استبدال الخطوط المتساوية للمطر بالتظليل أو بالتلوين المبنى على أساس خطوط الحرارة المتساوية ، ثم نرسم خطوط الضغط المتساوية وأسهم لتوضح اتجاهات الرياح السائدة . أو يمكن تمثيل أربعة عناصر ، فمثلا ترسم ظلال متدرجة للمطر فى شكل خطوط أفقية ، وظلال أخرى متدرجة للحرارة فى شكل خطوط رأسية بالاضافة إلى رسم خطوط الضغط المتساوى ، وأسهم تبين اتجاهات الرياح .

جـ – يفضل عند رسم خرائط تبين الانحرافات أو الاختلافات فى المعدلات أو الكميات اتخاذ أكثر من لون أو ظل ، فمثلاً لتلوين خريطة الحرارة المتساوية لمنطقة فيها تباين واضح يمكن استعمال اللون الأحمر بدرجاته المختلفة للمناطق التى تتدرج فيها خطوط الحرارة من الصفر المئوى وما يزيد عليه. بينما يخصص اللون الأزرق ودرجاته للمناطق التى تتدرج فيها خطوط الحرارة من الصفر وما يقل عنه . كذلك الحال بالنسبة لخرائط المطر، فيمكن أن يخصص اللون الأصفر للمناطق التى يتدرج فيها المطر من ٢٠ سم فأقل ، فى حين يخصص اللون الأزرق بدرجاته فى مناطق التى يزيد فيها المطر عن ٢٠ سم .

د – توجد خرائط أخرى عامة يصنف فيها سطح الأرض تصنيفاً مناخياً عاماً مثل خرائط الأقاليم المناخية التى ترسم للعالم أو القارات ومن

الواضح أن التظليل أو التلوين فى هذه الحالة لا يأخذ تدرجاً معيناً بل يظلل أو يلون كل اقليم بلون يختلف عن بقية الأقاليم التى توضحها الخريطة .

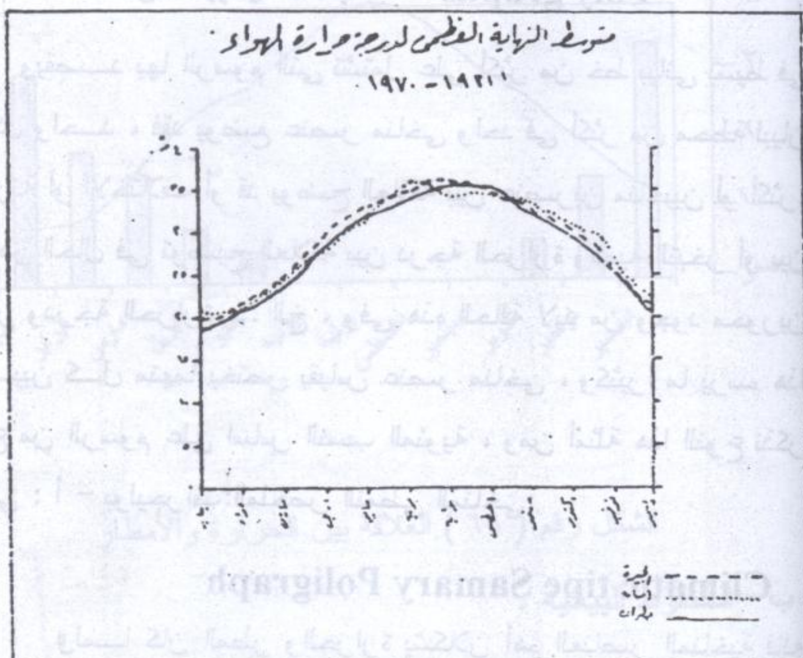
وقــد يقسم الاقليم الواحد إلى عدة أنماط تختلف فى طبيعة كل منها وإن كــان هــناك تشابه فى عنصر واحد ، ففى مثل هذه الحالة يمكن أن يــتدرج اللــون أو الظــل أو تعطى هذه الأنماط حروف أو أرقام، والتى توضــح التــنوع دون الكم وتكتب هذه الأرقام أو الحروف مع ظلالها فى مفــتاح الخــريطة وأمامهــا ما يلزم من بيانات خاصة مثل خريطة كوبن المناخية أو خريطة أوستن مولر .

ثانياً : استخدام الرسوم البيانية فى الخرائط المناخية:

الرســم البيانى الخاص بالعناصر المناخية شكل توضيحى يرسم بلا خــريطة لتوضــيح ظاهرة مناخية أو أكثر وتتنوع الرسوم البيانية تنوعاً كبــيراً حتى لا يمكننا أن نتناول كل استعمالات الأشكال البيانية ، ومن ثم سنكتفى بالاشارة إلى أشهر هذه الرسوم البيانية على النحو التالى :

١- الخطوط البيانية البسيطة : Graph lines

ومــن أمثلــتها مــا يوضح درجات الحرارة أو المدى الحرارى أو الدرجات العظمى أو الصغرى للحرارة إلى آخره فى الشهور المختلفة ، أو خط يوضح معدل الرطوبة النسبية للجو فى الشهور المختلفة ــ الشكل رقم (٦٥) ، أو خــط يوضح كمية البخر أو كمية المطر أو يمثل حالة ظاهرة معينة أو عنصر معين لعدد طويل من السنوات.



الشكل رقم (٦٥)

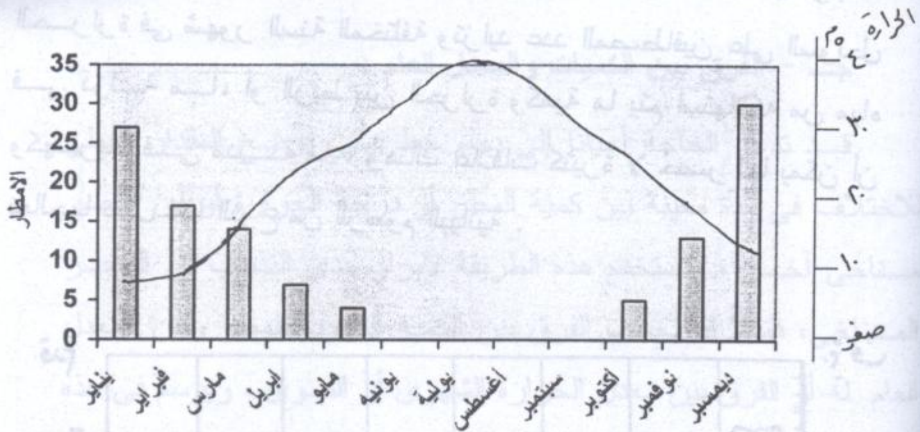
ويرسم هـذا الخط البسيط باقامة محورين عادة ما يكون المحور الأفقى منهما ممثلا للزمن والرأس ممثلا للفئات الظاهرة ، وعادة ما يكون الخط البياني الناتج منحنيا فى تغيراته وليس منكسرا ، ومما تجدر الاشارة اليه أن الخطوط البيانية التى تسجلها آلات القياس المناخية على الورق البيانى تعتبر أيضا خطوط بيانية بسيطة.

٢- الخطوط البيانية المتجمعة : Poly graphs

ويقصـــد بها الرسوم التى تشتمل على أكثر من خط بيانى بسيط فى شـــكل واحـــد ، فقد يوضع عنصر مناخى واحد فى أكثر من محطة لبيان المقارنة أو الاختلاف أو قد يوضح العلاقة بين عنصرين مناخيين أو أكثر، كما هو الحال فى توضيح العلاقة بين درجة الحرارة وكمية التبخر أو بين المطر ودرجة الحرارة ... الخ ، وفى هذه الحالة لابد من وجود محورين رأســيين كــل منهما يختص بقياس عنصر مناخى ، وكثيراً ما يرسم هذا النوع من الرسوم على اساس النسب المئوية ، ومن أمثلة هذا النوع نذكر ما يلى : أ – بوليجراف:الملخص النمطى المناخى:

Climatic tipe Samary Poligraph

ولمـــا كان المطر والحرارة يشكلان أهم العناصر المناخية فإنه كثـــيراً مـــا يرسم بوليجراف يوضح هذان العنصران كمعدل لشهر ما أو لفصل ما ، أو لتمثيل أى من هذه المعدلات لعدد من المحطات تقع فى اقليم مناخى واضح بقصد ابراز الخصائص الحرارية أو المطرية لهذا الاقليم ، ويرســم مقياسان رأسيان أحدهما خاص بالحرارة والآخر خاص بالمطر ، وفى حالات كثيرة يمثل المطر بالأعمدة البيانية .

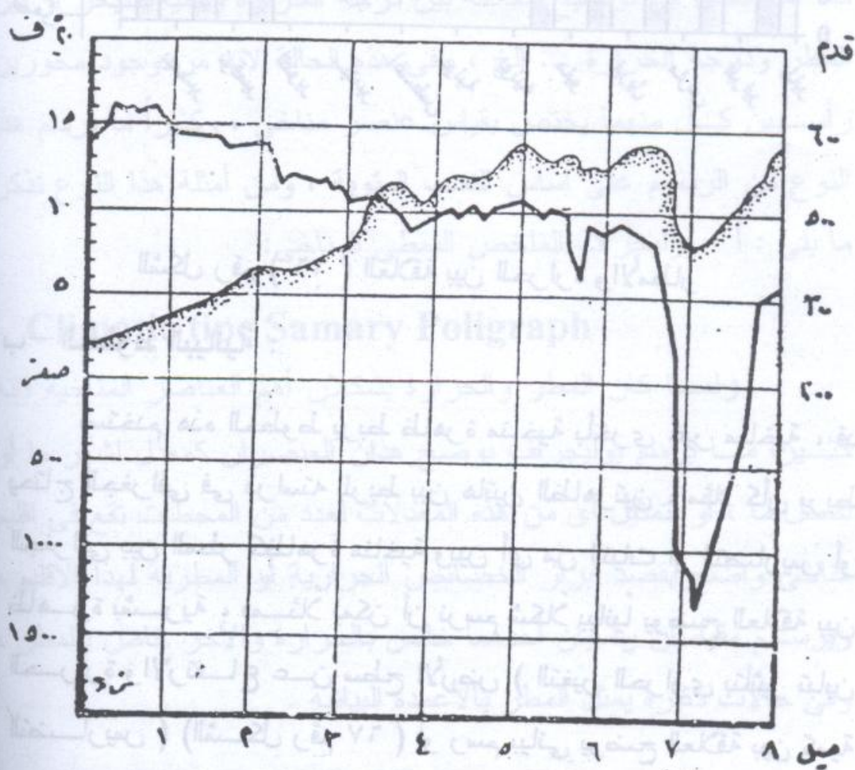


الشكل رقم (٦٦) العلاقة بين الحرارة والأمطار

ب- الخطوط البيانية :

تستخدم هذه الخطوط بربط ظاهرة مناخية بأخرى غير مناخية ، قد يحتاج الجغرافى فى دراسته للربط بين هاتين الظاهرتين ، مثلاً كأن يربط الجغرافى بين المطر كظاهرة مناخية وبين أى من النبات أو التضاريس أو ظاهـرة بشـرية ، فمـثلاً يمكن أن نرسم شكلاً بيانياً يوضح العلاقة بين الحـرارة والارتفـاع عـن سطح الأرض (التغير الحرارى بتأثير تباين التضـاريس) (الشـكل رقم ٦٧) أو رسم بيانى يوضح العلاقة بين كمية المطر ونسبة الأملاح فى التربة ، أو لتوضيح الحرارة والمطر من ناحية وكثافة الغطاء النباتى من ناحية أخرى .

ومن ناحية أخرى يمكن رسم بوليجراف لبيان ارتباط معدل درجات الحــرارة فى شهور السنة المختلفة وتزايد عدد المصطافين على السواحل فــى دولــة مــا، أو الربط بين الحرارة وكمية ما يتم استهلاكه من مياه وكهــرباء فــى مديــنة ما ، وهناك علاقات كثيرة لا حصر لها يمكن أن نعالجها بمثل هذا النوع من الرسوم البيانية .



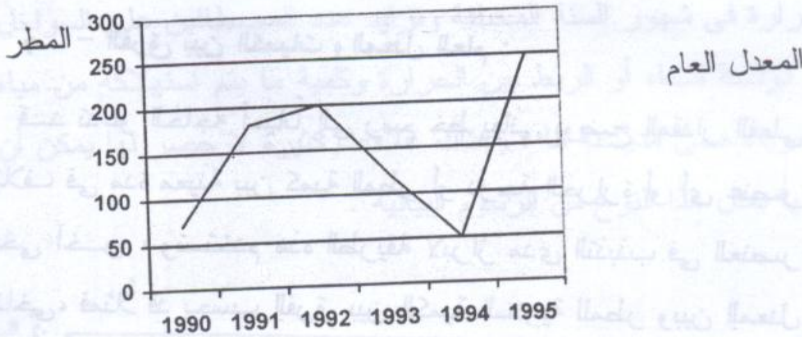
الشكل رقم (٦٧) تغير الحرارة بتأثير تباين السطح أثناء الليل

جـ - الفرق بين الكميات والمعدل العام :

قد تدعو الحاجة أحياناً إلى رسم خط بيانى يوضح المقدار الفعلى للاختلاف فى مدة معينة بين كمية المطر أو درجة الحرارة أو أى عنصر مناخى آخر ، وتستخدم هذه الطريقة لابراز مدى التذبذب فى العنصر المناخى، فمثلاً قد يحسب الفرق بين الكمية السنوية للمطر وبين المعدل العام له أو الفرق بين معدل الحرارة الشهرى أو السنوى ، ويرسم فى هذه الحالة الخط البيانى باحدى طريقتين :

١- أما أن يكون المحور الرأسى مقسماً على اساس درجات الاختلاف وفى هذه الحالة لا يكون المحور الأفقى ممثلاً للصفر لأنه ستكون هناك اختلافات بالسالب ، وتستخدم هذه الطريقة غالباً فى تمثيل الفرق بين كميات المطر والمعدل العام للمطر .

٢- أو يكون المحور الرأسى مقسماً بطريقة عادية والمحور الأفقى يمثل السنوات أو الشهور ، ويرسم خط بيانى منحنى يمثل الأرقام الفعلية للظاهرة الممثلة للشهور أو السنوات ، ثم يرسم خط أفقى مستقيم يمثل المعدل العام لهذه الظاهرة كما فى الشكل رقم (٦٨) وتستخدم هذه الطريقة عادة فى تمثيل معدلات المطر أو الحرارة أو الضغط أو باقى العناصر المناخية .



الشكل رقم (٦٨) درجة الاختلاف فى كمية المطر

٣ – الهيستوجراف المناخى :

ويرسم ليوضح النسب المئوية لحدوث ظاهرة مناخية بكميات معينة فـــى شـــهور سنة كاملة أو خلال عدد معين من السنوات، مع ملاحظة أن الشهور أو السنوات لا تمثل فى هذا الرسم ، ويرسم الهيستوجراف باقامة محـــور أفقـــى يخصص للكميات أو المقادير ، وآخر رأسى يوضح نسبة الـــتكرار فعـــند تمثيل المطر مثلاً فى فترة معينة تجمع عدد مرات سقوط المطـــر علـــى هيئة فئات ، وتحسب النسب المئوية التى تمثلها هذه الفئات بالنســـبة لجملـــة عـــدد مرات سقوط المطر فى الفترة المذكورة ، ويقسم المحـــور الأفقـــى إلـــى الفئات التى تم اختبارها ثم نبدأ فى رسم المدرج التكرارى على اساس النسب المئوية كما يتضح من الشكل رقم (٦٩)

وميزة هذا النوع من الرسوم أنها تبرز المقارنة بالنسبة المئوية بين أكبر الكميات وأقل الكميات ، وبالتالى توضح الحالات الشاذة فى العنصر

المــناخي وهــل هذا الشذوذ موجود دائما أو غير دائم ، مثال تم تسجيل كميات المطر خلال كل شهر من شهور السنة ولمدة خمس سنوات وكانت الكميات على النحو التالى :

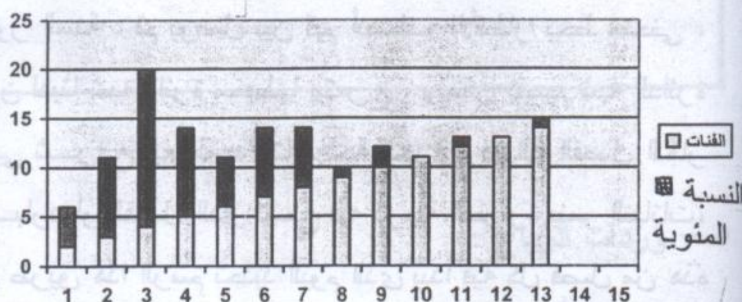
الجــدول رقــم (٢٩) كميات المطر خلال شهور السنة فى خمس سنوات

الشهور		١	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	السنة
١		٣	٣	٣	٤	٥	٧	٨	٧	٥	٤	٤	٤	٥٧
٢		٣	٢	٤	٤	٤	٦	٨	٦	٤	٤	٤	٤	٥٣
٣		٤	٣	٥	٥	٧	٧	٨	٧	٥	٥	٥	٥	٦٦
٤		٢	٢	٣	٧	١٠	١٤	١٠	٨	٨	٦	٣	٢	٧٥
٥		٤	٣	٤	٦	٩	١٢	٨	٧	٦	٥	٤	٤	٧٢

المجموع = ٦٠ شهراً

الجدول رقم (٣٠) عدد الفئات ونسبتها المئوية

	٢	٣	٤	٥	٦	٧	٨	٩	١٠	١١	١٢	١٣	١٤
	٤	٨	١٦	٩	٥	٧	٦	١	٢	-	١	-	١
	٦,٧	١٣,٣	٢٦,٧	١٥	٨٨,٣	١١,٧	١٠	١,٧	٣,٣	-	١,٧	-	١,٧



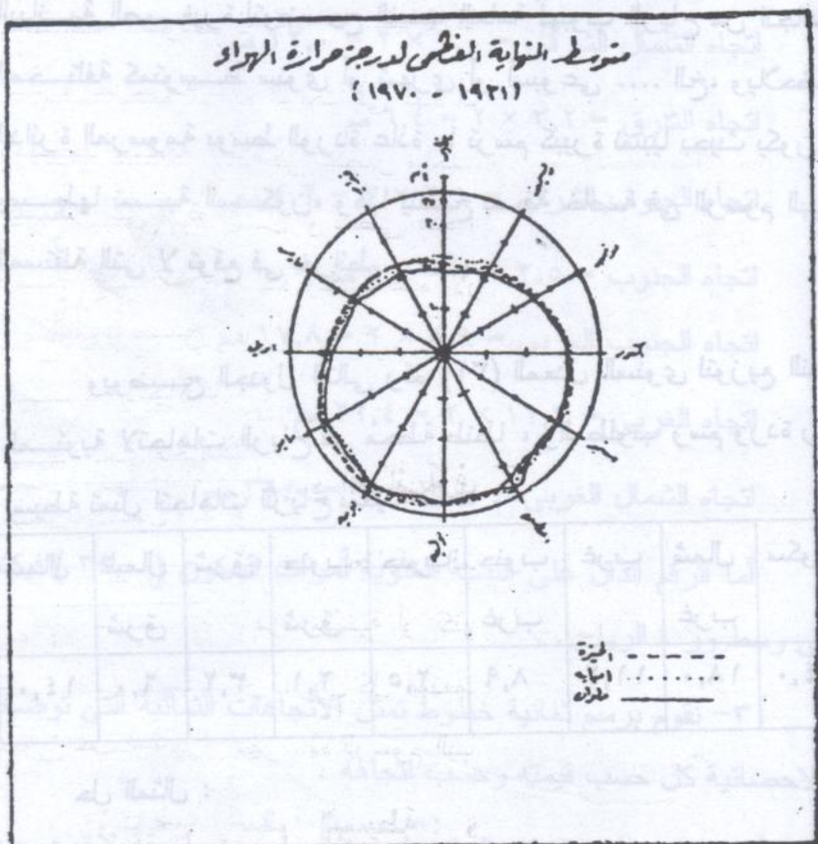
الفئات

الشكل رقم (٦٩)

٤ - دائـــــرة الحـــــرارة (الكلـــــيماتوجراف: Thermograph or Climatograph)

من الممكن رسم دائرة وتقسيمها إلى ١٢ قسماً تبعاً لعدد شهور السنة، بحيـــث يكون نصيب كل شهر ٣٠° من قيم زوايا الدائرة البالغة ٣٦٠°، ثـــم يرســـم من مركز هذه الدائرة دوائر على مسافات متساوية من نصف قطـــر أكـــبر دائـــرة على أن نراعى أن يشمل هذا التقسيم أقل الدرجات وأعلاها، فاذا كان المعدل الشهرى لا يقل عن الصفر المئوى ففى الامكان أن يكـــون مركز الدائرة هو الصفر، وقد يكون مركز الدائرة هو أقل رقم يقـــل عـــن الصفر المئوى فى حين يمثل الصفر المئوى بدائرة، فاذا كانت لديـــنا أرصـــاد يومية لأيام السنة بمعدل درجة الحرارة فيمكن رسم نقط " أنصـــاف أقطـــار " علـــى بعد من مركز الدائرة تمثل هذه الأرصاد تبعاً لقيمتها.

أما إذا كانت الأرصاد الموجودة للمعدلات الشهرية، ففى هذه الحالة ترســـم أنصـــاف أقطار تمثل هذه المعدلات فى منتصف كل قسم يمثل كل شهر من شهور السنة ، ثم يوصل بين قيم أنصاف الأقطار بخط منحنى ، وبذلـــك تتكون لدينا شبه دائرة محيطها متعرج ، ويمكن تقسيم شبه الدائرة الـــناتجة إلـــى شـــرائح تبعاً لمعدلات درجة الحرارة فهناك الفصل الحار والفصـــل الـــبارد أو الفصل الذى تسمح فيه درجة الحرارة بنمو النباتات، ويمكـــن عن طريق هذا الرسم تحديد اليوم الذى يبدأ فيه كل فصل من هذه الفصول (الشكل رقم ٧٠).



الشكل رقم (٧٠)

٥ - وردات الرياح :

هـناك أنـواع مخـتلفة مـن وردات الرياح تمثل اتجاهات الرياح وسرعتها وسوف نذكر أهمها :

أ – وردة الرياح البسيطة :Simple Wind Rose

وهى عبارة عن شكل تتوسطه دائرة تحيط بها مجموعة من الأعمدة البيانـــية الصـــغيرة لتوضـــيح النسب العامة لهبوب الرياح من اتجاهاتها المخـــتلفة كمتوســـط سنوى أو شهرى أو أسبوعى .... الخ، ويلاحظ أن الدائرة المرسومة بوسط الوردة عادة ما ترسم كبيرة نسبياً بحيث يكون فى وســـطها نســـبة الســـكون، وهذا يتضح بصفة خاصة فى الرسوم البيانية المستقلة التى لا توقع فى خرائط.

ويوضـــح الجدول التالى رقم (٣١) المعدل السنوى لتوزيع النسب المـــئوية لاتجاهات الرياح فى محطة طنطا ، والمطلوب رسم وردة رياح بسيطة تمثل اتجاهات الرياح بمدينة طنطا .

شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
١٤,٠	٦,٠	٣,٢	٢,١	٢,٥	٨,٩	١١,٢	١٨,٠	٣٤,٠

حل المثال :

١ – نـــبدأ فـــى اختيار مقياس رسم مناسب ويتوقف اختيار مقياس الرسم على طبيعة الأرقام المطلوب رسمها .

٢– نضـــرب مقـــياس الرســـم الذى تم اختياره فى النسب المئوية لاتجاهـــات الـــرياح لنحصل على أطوال الاتجاهات المختلفة ، فلو فرض وكان مقياس رسم وردة الرياح ٢ مم لكل ١٠٪ فيكون اتجاه الأطوال كما يلى :

اتجاه الشمال = ١٤,٠ × ٢ = ٢٨,٠ مم

اتجاه الشمال الشرقى = ٦,٠ × ٢ = ١٢,٠ مم

اتجاه الشرق = ٣,٢ × ٢ = ٦,٤ مم

اتجاه الجنوب الشرقى = ٢،١ × ٢ = ٤,٢ مم

اتجاه الجنوب = ٢،٥ × ٢ = ٥,٠ مم

اتجاه الجنوب الغربى = ٨,٩ × ٢ = ١٧,٨ مم

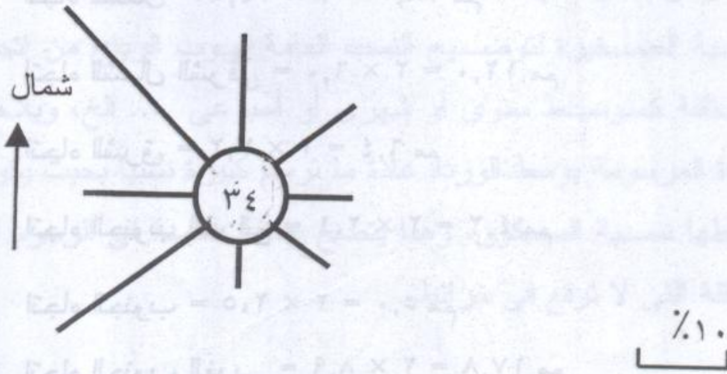
اتجاه الغربى = ١١,٢ × ٢ = ٢٢,٤ مم

اتجاه الشمال الغربى = ١٨,٠ × ٢ = ٣٦,٠ مم

أما الرقم الدال على النسبة المئوية لمرات السكون (٣٤,٠) فيكتب فى وسط وردة الرياح .

٣- نقوم برسم ثمانية خطوط تمثل الاتجاهات الثمانية التى توضحها الاحصائية كل حسب قيمته وحسب اتجاهه .

٤ - يختلف الشكل البيانى لوردة الرياح من طريقة لأخرى ، فقد تكون خطوطها مفردة أو مزدوجة أو ثلاثية الشكل ، ولكن المهم هو تناسب اطوال هذه الخطوط مع النسبة المئوية لاتجاهات الرياح وفقا لمقياس السهم المستخدم (الشكل رقم ٧١)

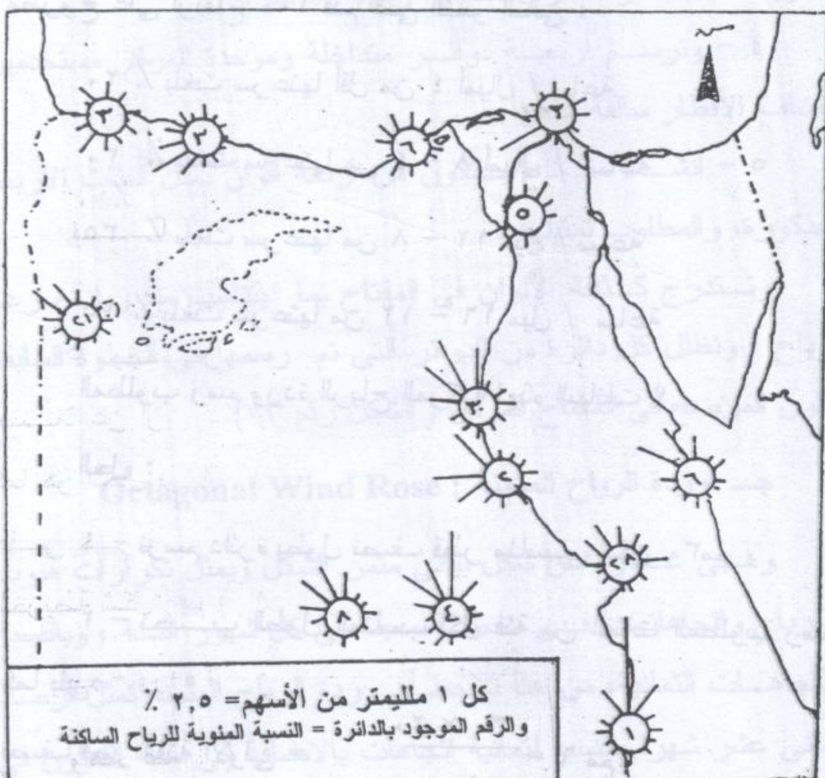


الشكل رقم (٧١) وردة الرياح البسيطة .

٥- يجب رسم مقياس الرسم المستخدم وكذلك اتجاه الشمال . هذا فضلاً عن أن وردة الرياح لا ترسم على هيئة شكل بيانى منفصل فقط ، كما هو الحال فى المثال سالف الذكر ، بل يمكن توقيع عدة وردات للرياح على خريطة واحدة لكى توضح اتجاه الرياح فى المنطقة التى تمثلها الخريطة شكل رقم (٧٢).

ب – وردة الرياح المركبة: **Compund Wind Rose**

وهذه عبارة عن دائرة يقسم نصف قطرها على اساس النسب المئوية لسرعة الرياح من اتجاه معين فى شهر ما أو طول السنة وتستخدم وردة الرياح المركبة فى تمثيل سرعة الرياح، وتستخدم عادة لتوضيح سرعة الرياح العليا Upper Wind وتأخذ شكلاً دائرياً يختلف عن وردة الرياح البسيطة .



الشكل رقم (٧٢) وردة الرياح البسيطة في الشتاء

(ديسمبر، يناير ، فبراير)

مثال :

هــذه البيانات تبين النسب المئوية لسرعة الرياح فى محطة مرسى مطروح على ارتفاع ١٠٠ قدم على النحو التالى :

٢٠ ٪ بلغت سرعتها أقل من ٤ أميال / ساعة

٣٠ ٪ بلغت سرعتها من ٤ - ٨ أميال / ساعة

٣٥ ٪ بلغت سرعتها من ٨ - ١٢ ميل / ساعة

١٥ ٪ بلغت سرعتها من ١٢ - ١٦ ميل / ساعة

المطلوب رسم وردة الرياح المركبة لهذه البيانات ؟

الحل :

١ - نرسم دائرة بطول نصف قطر مناسب وليكن ٣٠مم

٢ - نحســب الطول المناسب لكل فئة من الفئات المطلوب رسمها كما يلى:

نصف قطر الفئة الأولى = $\frac{٣٠ \times ٢٠}{١٠٠}$ = ٦ مم.

نصف قطر الفئة الثانية = $\frac{٣٠ \times ٣٠}{١٠٠}$ =٩ مم.

نصف قطر الفئة الثالثة = $\frac{٣٠ \times ٣٥}{١٠٠}$ = ١٠,٥ مم.

$$\text{نصف قطر الفئة الرابعة} = \frac{١٥ \times ٣٠}{١٠٠} = ٤,٥ \text{ مم.}$$

٣ – نجمع أطوال أنصاف الأقطار السابقة فيجب أن يكون مجموعها مساوياً لنصف قطر الدائرة الأساسية وهى ٣٠ مم .

٤ – ونرسم أربعة دوائر متداخلة وموحدة المركز مستخدمين أنصاف الأقطار سالفة الذكر .

٥ – انشاء مفتاح يتكون من أربعة ألوان تمثل الفئات الأربعة المذكورة، والمطلوب تمثيلها .

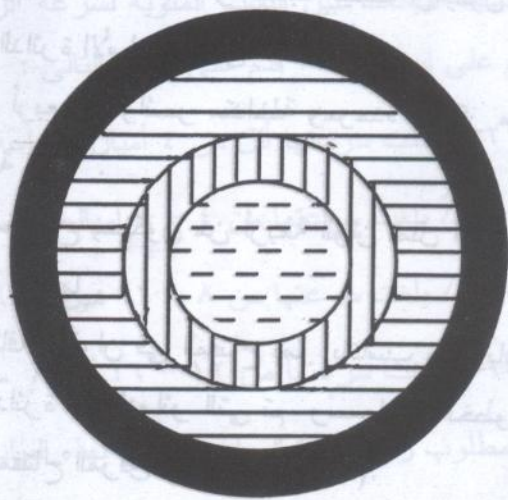
وتتدرج كثافة الألوان فى المفتاح بما يتناسب مع زيادة سرعة الرياح ، ونظلل كل دائرة من الدوائر التى تم رسمها فى الخطوة السابقة باللون الموضح فى المفتاح المرفق (الشكل رقم ٧٣).

جـ وردة الرياح المثمنة : Octagonal Wind Rose

وهى عبارة عن شكل بيانى مثمن الشكل ويمثل تكرارات هبوب الرياح واتجاهاتها فى محطة معينة فى كل شهور السنة ، وبالنسبة للاتجاهات الثمانية، من هنا نلاحظ أن وردة الرياح المثمنة تمثل أرصاد اثنى عشر شهراً بالنسبة لثمانية اتجاهات بالاضافة إلى نسبة السكون فى كل اتجاه من الاتجاهات .

مثال :

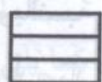
الجدول التالى يوضح المعدلات الشهرية لتوزيع النسب المئوية لاتجاهات الرياح فى مدينة طنطا ، والمطلوب رسم وردة الرياح المثمنة لتبيين اتجاهات الرياح فى المدينة فى كل شهر من شهور السنة .



الشكل رقم (٧٣) السرعة في الساعة


أقل من ٤ أميال


٤ ــ ٨ أميال


٨ ــ١٢ ميلاً


١٢ ــ ١٦ ميلاً

جدول رقم (٣٢) اتجاهات الرياح وسرعتها

شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
٧,٤	٣,٩	٢,٤	٢,٢	٤,٠	٢٣,٢	١٣,٧	٩,٠	٣٤,٢
٧,٤	٤,٧	٣,٤	٣,٦	٥,٥	٢٠,٠	١٤,٤	١١,٥	٢٩,٥
١١,٢	٨,٠	٥,٥	٣,٠	٣,٤	١١,٢	١٣,٣	١٦,١	٢٨,٣
١٥,٨	٩,٩	٥,٢	٤,٢	٣,٠	٧,١	١١,٨	١٧,٩	٢٥,١
٢٠,٦	١١,٧	٧,٤	٣,٥	٢,٠	٤,٥	٩,٢	١٦,٥	٢٤,٦
٢٠,٣	٦,٢	١,٨	١,١	٠,٩	٢,٦	١٠,٥	٢٨,٦	٢٨,٠
١٤,٤	٢,٠	٠,٧	٠,٣	٠,٩	٣,٧	١٣,٦	٣٣,١	٣١,٣
١٥,٣	٢,٧	١,٠	٠,٥	٠,٩	٣,٣	١١,٦	٢٧,٨	٣٦,٩
١٦,١	٣,٨	١,٤	١,٠	٠,٩	٢,٩	٨,٤	٢١,٥	٤٤,٠
١٧,٨	٧,٩	٣,١	١,٧	١,٤	٣,٣	٦,١	١٥,٢	٤٣,٥
١٣,٣	٦,٥	٣,٧	١,٧	٢,٢	٨,١	٨,٢	١٥,٦	٤٣,٧
٧,٨	٥,١	٢,٩	٢,٧	٥,٠	١٦,٤	١٣,١	٦,٨	٤٠,٢

الحل :

١- الخطوة الأولى نقوم برسم ثمانية أضلاع عرضية على الاتجاهات الثمانـية بحيـث تكون أطوالها مناسبة لاقامة اثنى عشر عموداً متجاورة تمثل الشهور المختلفة على كل منها.

٢- اختيار مقياس رسم مناسب لاقامة هذه الأعمدة للنسب المئوية التى سبق حسابها فيجب ألا يكون المقياس كبيراً جداً، بحيث تزيد أطوال الأعمدة عما يجب أو العكس صحيح .

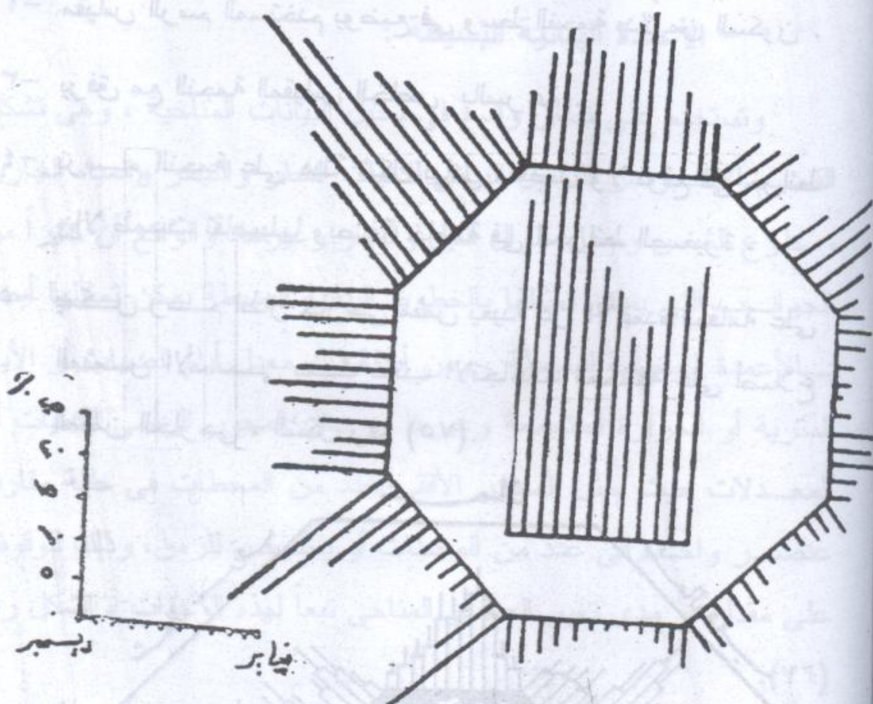
٣- نرسم خط مناسب وبالطول نفسه الذى رسمت به اضلاع المثمن فى وسط الشكل ويقام عليه اثنا عشر عموداً يمثل نسبة السكون فى الشهور المختلفة للسنة ، شكل رقم (٧٤)

٤ - تحدد أطوال الأعمدة وفقا لمقياس الرسم المستخدم ، وعلى ذلك سوف يكون لدينا مقياسا رسم ، أحدهما مقياس أفقى هو نفس طول أى ضلع من أضلاع الشكل ، والآخر مقياس رأسى يتحدد على أساسه طول كل عمود من المثمن على حسب القيمة التى يمثلها هذا العمود .

٥-لا نرسم وردة الرياح المثمنة على هيئة شكل بيانى منفصل بل يمكن توقيع أكثر من وردة مثمنة على الخريطة ، وتعرف وردة الرياح فى هذه الحالة بأنها موقعة Located Wind Rose على الخريطة .

د – نجمة الرياح : Wind Star

نجمة الرياح هي وردة رياح مثمنة مضاف اليها سرعة الرياح فى ثمانية اتجاهات ، ولرسم هذه النجمة لابد من الحصول على البيانات السابقة والممثلة فى وردة الرياح المثمنة مضافاً اليها النسبة المئوية لسرعة



الشكل رقم(٧٤) وردة الرياح المثمنة لمدينة طنطا

الــرياح فــى كــل شهر وفى كل اتجاه، وتتكون نجمة الرياح من شكلين مثمنيــن متداخلين يكتب على الشكل الخارجى منهما نوع الاتجاه، ويرسم علــى الشــكل الآخر الأعمدة الخاصة بشهور السنة ، ويراعى عند رسم النجمة ما يلى :

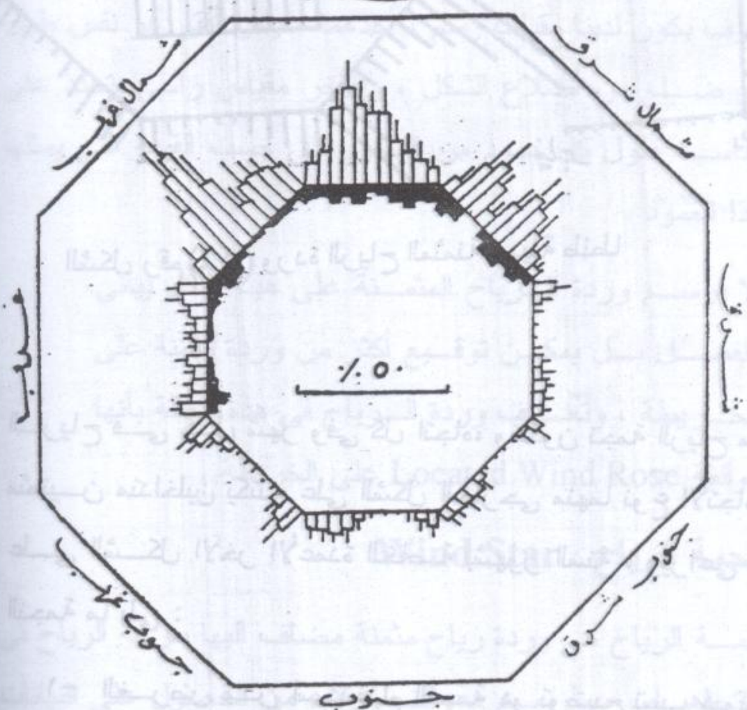
١- الغــرض مــن استخدام النجمة هو توضيح نسب هبوب الرياح المخـتلفة فــى الشــهور المختلفة مع سرعتها دون أخذ ساعات السكون فى الاعتبار .

٢- مقياس الرسم المستخدم يوضع فى وسط النجمة بدلاً من السكون .

٣- يرفق مع النجمة المقياس الخاص بالسرعة .

٤- ترسم النجمة على هيئة شكل بيانى منفصل ولا توقع فى خرائط وإلا طمست تفاصيلها وبصفة خاصة فى الخرائط الصغيرة .

٥- يمكن رسم اطار خارجى مثمن بعيداً عن الأعمدة المقامة على المثمن الأساسى بحيث تكتب الاتجاهات المختلفة على أضلاع المثمن الخارجى ، الشكل رقم (٧٥).



الشكل رقم (٧٥) نجمة الرياح

٦ - الأعمدة البيانية البسيطة :

وتستخدم على نطاق واسع فى تمثيل البيانات المناخية ، وهى تشكل القسـم الأكـبر من التمثيل البيانى لكميات المطر والتبخر والمياه الجارية وسطوع الشمس ومعدل طوال الليل والنهار وغيرها. والواقع أن كثيراً من الجوانـب التى يمكن تمثيلها بالخطوط البيانية البسيطة يمكن تمثيلها أيضاً بـالأعمدة البيانـية البسيطة ، ومن أمثلة ذلك معدل أيام الضباب أو الأيام المتربة أو الحرارة المتجمعة وغيرها ، ويمثل المحور الرأسى الكميات أو المعـدلات حيث يمثل المحور الأفقى لعدد من المحطات فى حالة مقارنة عنصـر واحـد فى عدد من المحطات أو يخصص للزمن، وذلك للوقوف على مقدار أو مدى تغير العنصر المناخى تبعاً لهذه الوحدات ، الشكل رقم (٧٦).

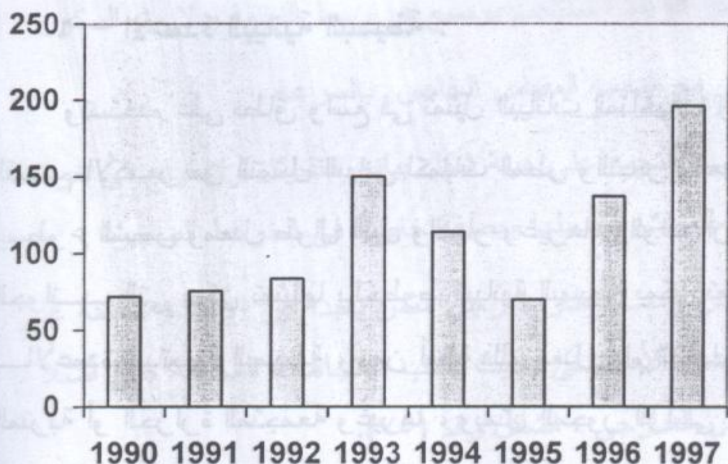
مثال :

سجلت كمية المطر فى محطة ما وكانت كمياتها كما يلى :

السنة	١٩٩٠	١٩٩١	١٩٩٢	١٩٩٣	١٩٩٤	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧
الكمية بالسم	٧٢	٧٦	٨٤	١٥٠	١١٤	٧٠	١٣٧	١٦٩

والمطلوب رسم عدد من الأعمدة البيانية البسيطة توضح هذه القيم :

وتفيد هذه الطريقة فى المقارنات بصفة خاصة لابراز الاختلاف من ظاهـرة أو خاصية مناخية بغض النظر عن الكميات الفعلية ، وقد ترسم هذه الأعمدة منفصلة أو ملتصقة .



الشكل رقم (٧٦) تفاوت كميات المطر من عام لآخر

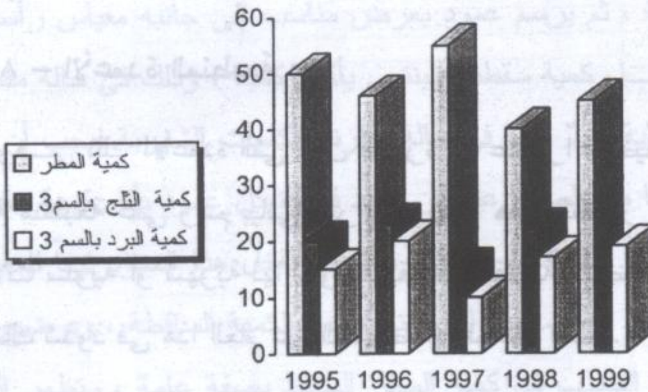
٧ – الأعمدة البيانية المقسمة أو المركبة :

ويقصد بها مجموعة من الأعمدة التى تمثل ظاهرة عامة ثم ما تتميز بــه مــن تفصيلات لعدد من الشهور أو السنوات فى محطة معينة ، ومن أمثلة ذلك رسم مجموعة من الأعمدة التى تمثل كل منها الاجمالى المتساقط فى شهر أو عام ثم يوضح بكل عمود مقدار ما يمثله المطر والبرد والثلج مــثلاً ،وهــذا مــا يوضحه كل من الشكل رقم (٧٧) ، (٧٨) واللذان تم رســمهم مــن خلال الجدول التالي والذي يوضح بيانات التساقط لخمسة أعوام.

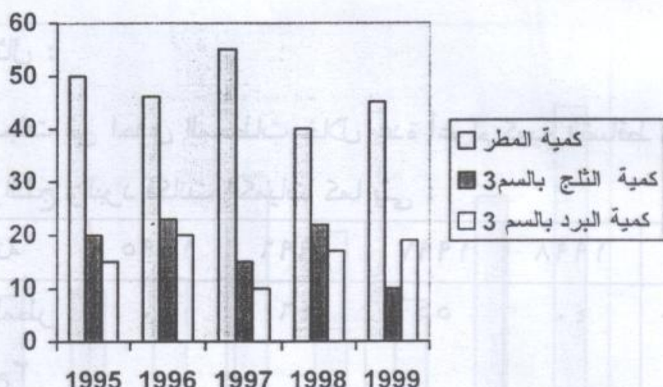
مثال :

سجلت فى احدى المحطات خلال عدة أعوام كمية التساقط ممثلة فى المطر والثلج والبرد فكانت الكميات كما يلى :

السنة	١٩٩٥	١٩٩٦	١٩٩٧	١٩٩٨	١٩٩٩
كمية المطر بالسم٣	٥٠	٤٦	٥٥	٤٠	٤٥
كمية الثلج بالسم٣	٢٠	٢٣	١٥	٢٢	١٠
كمية البرد بالسم٣	١٥	٢٠	١٠	١٧	١٩



الشكل رقم (٧٧)



الشكل رقم (٧٨) الأعمدة البيانية المركبة

ويدخـل ضـمن هـذه الأعمدة التى تمثل نسب هبوب الرياح من الاتجاهـات الثمانية فى شهور السنة المختلفة إذا استغنينا عن رسم نجمة الرياح .

٨ – الأعمدة المنطبعة :

وهـى تلك الأعمدة التى تمثل ظاهرة أو عنصراً مناخياً فى محطة معيـنة منطبعة على رسم بيانى آخر يبين نفس هذا العنصر على اساس معـدلات سنوية أو شهرية لها ، وذلك بقصد المقارنة وتوضح أثر ما إذا كان هناك شذوذ فى هذا العام عن المتوسط أو المعدل العام .

وقـد تمـثل تلك الأعمدة ظاهرة مناخية فى محطة معينة لعدد من الشهور أو السنوات ثم يرسم فوقها وبنفس مقياس الرسم أعمدة أخرى تمثل نفـس الظاهـرة بقصد المقارنة ، ومن أمثلة ذلك مقارنة كمية التبخر أو

التساقط فى محطتين فى شهور معينة ، ومن هذا النوع أيضاً مجموعة من الأعمدة التى تمثل ظاهرة مناخية منطبعة على أعمدة أخرى لظاهرة أخرى قـد تكـون طبيعية أو بشرية لنفس المحطة مثل مقارنة المطر الساقط فى الشهور المختلفة مع متوسط ارتفاع الحشائش فى اقليم ما ، أو مقارنة عدد أيام الصقيع بالنسبة لاتلاف محصول معين ، ولما كان الشكل البيانى الناتج فـى هذه الحالة يمثل ظاهرتين مختلفتين فلابد من عمل مقياسين جانبيين للشكل البيانى .

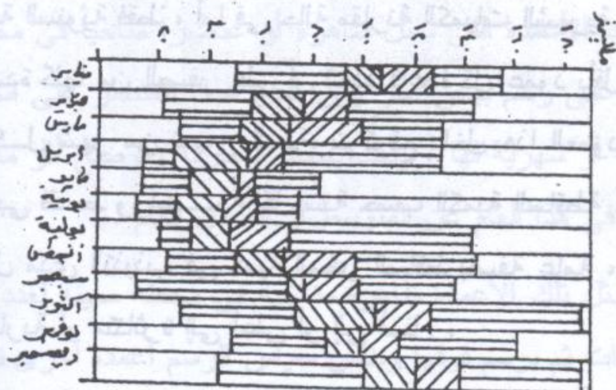
٩ – أعمدة تشتت المطر:

قـد يرسـم هذا الشكل ليمثل حالة المطر التفصيلية فى محطة ما ، ومـن ثم فلابد من وجود بيانات عن الكميات الفعلية التى سقطت كل عام فى مدة طويلة ، ثم يرسم عمود بعرض مناسب إلى جانبه مقياس رأسى ، يـبدأ مـن أقـل كمية سقطت وينتهى بأكبر كمية ، وذلك فى حالة مقارنة الكمـية السنوية فقط ، أما فى حالة مقارنة الكميات الشهرية فيجب أن تبدأ الأعمـدة كلها من الصفر على أن تحدد قاعدة كل عمود بأقل كمية سقطت فـى كـل شهر من شهور السنة، ثم توقع داخل هذا العمود تبعاً للمقياس الجانـبى فقـط وواضـحة لكل سنة حسب الكمية الساقطة ، ويوضح هذا الشـكل مدى التذبذب فى كمية المطر الساقط بصفة عامة ، وتظهر النقط اما متقاربة أو متناثرة إلى أعلى أو إلى أسفل .

ومن ثم فان هذا الشكل يعطى صورة واضحة عن أحوال المطر فى المناطق الموسمية والمناطق شبه الصحراوية ، والتى تتميز فيها الأمطار

بالـــتذبذب السنوى الكبير ، ويرسم هذا الشكل فى أغلب الحالات لتوضيح حالة المطر فى شهور السنة المختلفة وتتبع نفس الخطوات السابقة ، بحيث يكون لدينا ١٢ عمود كل منها يمثل شهراً من شهور السنة ، ويرسم الشكل علـــى اســـاس بيانات المطر الساقط شهرياً ولمدة طويلة ، ثم توقع النقط الخاصة بكل شهر فى العمود الخاص بها على مدى الفترة التى لدينا عنها بيانات ، الشكل رقم (٧٩) ، ثم نجرى ما يلى :





الشكل رقم(٧٩) تشتت المطر

يحـــدد المتوسط فى كل عمود بخط أفقى يفصل بين عدد متساوى من النقط أعلاه وأسفله .

يقســـم الجـــزء السفلى والجزء العلوى من كل عمود إلى قسمين آخريـــن متماثلين فى عدد النقط ، أى أن كل عمود أصبح مقسماً إلـــى أربعة أقسام بكل قسم ٢٥ ٪ من عدد النقط ، وإن كانت هذه الأقسام غير متساوية .

- تمســـح الـــنقط مـــن الأعمدة ثم تظلل الأقسام بكل عمود بظلال متـــناظرة ، أى أن يكـــون التظليل بالقسم الأول الأسفل هو نفس التظلـــيل بالقســـم الرابع العلوى ، فى حين يراعى ابراز القسمين المتجاوريـــن لخـــط الوسط بتظليل متناظر ولكن كل منهم عكس الآخـــر ، وبهذه الطريقة يوضح هذا الشكل كثيراً من الخصائص التى تخفيها الأعمدة التى تمثل معدل اجمالى المطر الساقط ، فهو يوضـــح اجمـــالى المعـــدل ويوضح أكبر كمية وأقل كمية ، كما يوضـــح متوســـط أكـــبر الكميات ومتوسط أصغر الكميات ، كما يوضح اتجاه الشذوذ واحتماله إلى أعلى أو إلى أسفل .

محتويات الكتاب

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع

الصفحة

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

تم بحمد الله